

ISFJ2016

政策フォーラム発表論文

幸せで持続可能な節電行動¹

南山大学 鶴見研究会 環境②分科会

岡本真由子

岩田奈峰

平出彩香

中島都加沙

赤繁遥

2016 年 11 月

¹ 本稿は、2016 年 12 月 10 日、11 日に開催される、ISFJ 日本政策学生会議「政策フォーラム 2016」のために作成したものである。本稿にあり得る誤り、主張の一切の責任はいうまでもなく筆者たち個人に帰するものである。

要約

本稿の目的は、家庭における二酸化炭素排出量を削減するため、持続的な節電行動を家庭に浸透させることである。

家庭部門のエネルギー消費量は、生活の利便性・快適性を追求する国民のライフスタイルの変化、世帯数増加などの社会構造の変化の影響を受け、個人消費の伸びとともに著しく増加した。また、省エネルギー製品が普及しているのにもかかわらず、家庭のエネルギー消費量は増加している。したがって、家庭部門の二酸化炭素排出量の削減を進めるためには、国民に節電行動を浸透させる必要がある。平成 24 年の国家戦略室が策定したグリーン政策大綱は、節電行動を促進させるものとして HEMS（Home Energy Management System）を取り上げている。グリーン対策大綱は 2030 年までに HEMS を全世帯へ普及させるという目標を掲げている。しかし、平成 25 年 11 月の経済産業省「次世代エネルギーマネジメントビジネスモデル実証事業について」によれば、HEMS 導入率はわずか 0.2% 以下である。そこで本稿では HEMS を普及させ、家庭部門の持続的な節電行動の促進を図るための政策提言を行う。

節電行動と幸福度の関連についての先行研究には、環境意識・環境行動が原因で主観的幸福度が決定されるという論文に Yue et al.(2013)、Brounen (2012)、倉増ら (2012)、鶴見 (2012) が挙げられる。主観的幸福度が原因で環境意識・環境行動が決定されるという論文に Hori et al.(2013)、Ohler (2014)、倉増ら (2011) が挙げられる。また、Wang et al. (2011) では中国の家庭における節電行動について述べている。

先行研究では、因果関係として環境意識・環境行動と幸福度指標についてはどちらも原因でありどちらも結果であるという結果が示されている点に着目し、節電行動により生活満足度が向上し、一方で生活満足度向上が更なる節電行動および節電行動継続に繋がる可能性を実証的に検証する。同時方程式モデルを使用し節電行動と幸福度との関係を把握する。これにより、「節電行動により生活満足度が向上し、一方で生活満足度向上が更なる節電行動および節電行動継続につながる可能性」を明らかにする。その好循環を HEMS の利用によって作りだし、環境配慮行動の持続性を上げることが本研究の独自性である。

本分析では、2015 年 10 月 16 日～2015 年 10 月 26 日と 2015 年 11 月 16 日～12 月 14 日に、日本全国約 25 万人を対象とした Web によるアンケート調査の回答データを用いる。

分析手法として同時方程式モデルを使用することで、生活満足度と節電行動との関係を因果関係のレベルで把握することが可能になる。本研究では、「こまめに電気を消す」、「冷蔵庫の開閉時間を短くする」、「エアコンと扇風機・送風機を併用」、「電球のワット数や設置数を調整」、「主電源を切る」、「節電タップの利用」、「契約アンペア数の見直し」、「料金プランの見直し」、「電気家計簿の記録」の 9 種類の節電行動に注目する。また、電気料金モデルを使用し、我々が節電行動を促進させると考える HEMS と Web サービス閲覧について電気料金にどのような影響があるか分析した。これに加え、使用者特徴モデルを使用し HEMS 使用者と Web サービス閲覧頻度を被説明変数とすることで使用者の特徴を見る分析を行った。

分析結果より、同時方程式モデルに関して、生活満足度を内生変数とした分析で「節電タップの利用」を除く 8 種類の節電行動が統計的に有意となり、因果関係の意味で節電行動が生活満足度を高めることが明らかとなった。また、節電行動を内生変数とした分析では、因果関係の意味で生活満足度が高まると 9 種類すべての節電行動が促進されることが明らかとなった。したがって節電行動を行うと生活満足度が高まり、その生活満足度の高まりによって節電行動が更に促進されるという好循環が存在することが明らかとなった。また、生活満足度を高めやすい節電行動は「主電源を切る」、「契約アンペアの見直し」、「料金プランの見直し」、「冷蔵庫開閉時間短縮」、「こまめな消灯」、「電球調整」、「電気家計簿の記録」、「エアコン・扇風機併用」の順となった。「主電源を切る」、「契約アンペアの見直し」、「料金プランの見直し」といった節電行動が相対的に他の節電行動と比べて生活満足度を増大させやすく、これらの節電行動の好循環（生活満足度を上げることでさらなる節電行動につながる）は相対的に大きいということが示された。したがって節電行動を浸透させるためには、これらの相対的に生活満足度を増大させやすい節電行動を中心に節電行動の普及を目指すことが有効であることが示された。電気料金モデルの分析結果では、HEMS 使用者・Web サービス閲覧者は統計的に有意に電気料金が低い傾向があることが明らかになり、使用者特徴モデルを用いた分析の結果、HEMS は「年間世帯所得が高い人」ほど所有している傾向にあることが明らかになった。また、Web サービス閲覧頻度は「人口 50 万人以上の市（東京 23 区・政令指定都市を除く）」、「人口 10 万人以上～50 万人未満の市区町村」、「人口 5 万人以上～10 万人未満の市区町村」、「人口 5 万人未満の市区町村」において閲覧頻度が少ない傾向にあることが示された。なお、9 種類の節電行動のうち、HEMS は「電気家計簿の見直し」、「料金プランの見直し」、「契約アンペアの見

直し」に対して 1%の水準で統計的に有意であり、「電球調整」に対して 10%の水準で統計的に有意であった。Web サービス閲覧は、9 種類すべての節電行動に対して 1%の水準で統計的に有意であった。したがって HEMS 普及と Web サービスの認知度を向上させることにより、節電行動が更に促進されるということが明らかになった。

分析結果を踏まえて、我々は HEMS を普及させるための政策提言をする。各自治体や国が公共団体に任せている補助金政策は、交付申請期間内よりも短い期間で申請額の合計が予算額を超え、正式な受付が終了となっている。そこで、HEMS 補助金に対する市民の需要の大きさに焦点を当てる。需要の高い補助金政策を国で実施する独自の政策を提言する。

短期的な目標は全体の 2 割の世帯に HEMS を普及させることである。2 割の世帯まで普及させることができれば市場が形成されるため、長期的な目標としては全世帯数に HEMS を普及させることである。補助金の対象は、独自の分析によって決定づけた。対象として、HEMS の機能と所得の関係について焦点を当てる。機能は自動制御機能が備わっている HEMS を対象とし、所得は年間世帯所得が 500 万円未満の世帯を対象とする。更に、補助金政策とともに、HEMS 対応家電ポイント制度を提言する。これは、HEMS を購入するとポイントが付与され、そのポイントは HEMS 対応家電を対象に使うことができることである。HEMS だけでなく、HEMS 対応家電に注目することも持続可能な節電に必要不可欠である。HEMS 対応家電ポイント制度を行うことで、HEMS 対応家電と HEMS の双方を家庭に設置することとなり、家電毎に電力量が見える化できること、家電を遠隔操作によって調整できること、家電を自動制御できることなど数多くのメリットがある。また、本政策により HEMS 対応家電への需要が高まるため、企業努力が成され低コストで高品質な HEMS 対応家電が普及すると考える。2030 年までに全世帯に HEMS を普及する目標を、需要の高い補助金制度を国で行うこと、HEMS 対応家電ポイント制度という 2 つの政策を軸として本政策で解決されることを期待する。

目次

はじめに

第1章 現状分析

第1節 (1.1) 地球温暖化の概要

第2節 (1.2) 家庭部門の二酸化炭素

第3節 (1.3) HEMS の概要

第2章 先行研究と本稿の独自性

第1節 (1.1) 先行研究

第2節 (1.2) 本稿の独自性

第3章 分析

第1節 (1.1) データ概要

第2節 (1.2) 同時方程式モデル

第3節 (1.3) 分析結果

第4節 (1.4) 使用者特徴モデル

第4章 政策提言

第1節 (1.1) HEMS 普及政策

第2節 (1.2) HEMS 対応家電ポイント政策

第5章 APPENDIX

第1節 (1.1) 節電行動による二酸化炭素削減量

第2節 (1.2) 電気料金モデル

先行論文・参考文献・データ出典

はじめに

近年、経済活動の拡大に伴って二酸化炭素、メタン等の温室効果ガスが大量に排出されることによって生じる地球温暖化への対策が急務となっている。我が国の 2020 年以降の温室効果ガス削減に向けた約束草案は、実現可能な削減として 2030 年度に 2013 年度比で 26.0%減（2005 年比で 25.4%減）の水準（約 10 億 4200 万 t-CO₂）である。CO₂削減のために産業部門、運輸部門等で取り組みが計画され、実行予定であるため計画が成功すれば将来的に CO₂削減の達成の見通しができると考える。家庭部門について、CO₂排出量は生活の利便性・快適性を追求する国民のライフスタイルの変化、世帯数増加などの社会構造変化の影響を受け、個人消費の伸びとともに、著しく増加した。また、環境性能の高い家電製品が普及しているのにもかかわらず、利便性・快適性を求め様々な家電製品を使用するようになったことや、使用頻度を高めたことにより CO₂が増加した。家庭部門は企業活動ではないため法規制がしにくく、自主的な活動が必要である。したがって、家庭部門の CO₂の削減を進めるには、省エネルギー製品の普及（原単位の消費削減）だけではなく、国民に節電行動を普及させる必要がある。

国民の節電行動促進のため、環境省では「みんなで節電アクション！」キャンペーンを開始している。また、節電行動に取り組みやすくするための指針として、平成 24 年国家戦略室で策定されたグリーン政策大綱がある。家庭部門のエネルギー消費量を削減するには、家庭でのエネルギー効率を上げることが必要である。具体的には新築住宅・建築物の省エネ基準への段階的な適合義務化、建材へのトップランナー規制導入のための関連法制の整備、既存住宅・建築物の省エネ改修の推進、HEMS の普及、住宅・建築物のネット・ゼロ・エネルギー化に向けた支援等を進めることを掲げている。特に家庭内での節電行動を促す政策として HEMS（Home Energy Management System：家庭のエネルギー管理システム）がある。このシステムによって電力消費量が表示され、各機器や各部屋の消費状況をスマートフォンで見ることができる。また、各機器を遠隔操作することもでき、電力をコントロールすることで節電が進む。更に、エネルギー機器を自動制御し、節電効果を高める効果もある。したがって、家庭の CO₂を削減するには HEMS の普及率を上げ、環境省が定めた節電アクションを中心とした節電行動を促進させることが必要であると考えられる。そのため本研

究では、環境配慮行動の 1 つである節電行動の更なる普及政策を提言することを目標とする。

現状分析

第1節 地球温暖化の概要

近年、経済活動の拡大に伴って二酸化炭素、メタン等の温室効果ガスが大量に大気中に排出されることによって生じる地球温暖化への対策が急務となっている。特に、地球温暖化の原因と考えられている二酸化炭素は、化石燃料の燃焼などによって膨大な量が人為的に排出されている。JCCCA 全国地球温暖化防止活動推進センター「日本の温室効果ガス排出量」によれば、日本が排出する温室効果ガスのうち、二酸化炭素の排出が全体の排出量の約 93% を占めている。気象庁「日本の年平均気温の偏差の経年変化（1898～2015 年）」によれば、2015 年の日本の年平均気温の 1981～2010 年平均基準における偏差²は+0.69℃（20 世紀平均基準における偏差は+1.30℃）で、1898 年の統計開始以降、4 番目に高い値となった。日本の年平均気温は、長期的には 100 年あたり約 1.16℃の割合で上昇し、特に 1990 年代以降、高温となる年が頻出している。気候変動が農林水産業、生態系、水資源、人の健康等に影響を与えることが懸念されている。

気候変動に関する政府間パネル(IPCC) は、2014 年に取りまとめた第 5 次評価報告書統合報告書において、人為起源の温室効果ガスの排出が 20 世紀半ば以降に観測された温暖化の支配的な原因であった可能性が極めて高いと示している。将来の気候変動、リスク及び影響に関しては、温室効果ガスの継続的な排出は、更なる温暖化と気候システムの全ての要素に長期にわたる変化をもたらし、人々や生態系にとって深刻で広範囲に及ぶ不可逆的な影響を生じる可能性を高めると示している。

2020 年以降の温室効果ガス削減に向けた我が国の約束草案は、実現可能な削減として、2030 年度に 2013 年度比で 26.0%減（2005 年比で 25.4%減）の水準（約 10 億 4200 万 t-CO₂）である。我が国の温室効果ガス排出量の 9 割を占めるエネルギー起源二酸化炭素の排出量については、2013 年度比で 25.0%減（2005 年度比で 24.0%減）の水準（約 9 億 2,700 万 t-CO₂）であり、各部門における 2030 年度の排出量の目安は、図 1 に示すとおりである。

² 気象庁の日本の平均気温の偏差の算出方法によると、1898 年以降観測を継続している気象観測所の中から、都市化による影響が少なく、特定の地域に偏らないように選定された以下の 15 地点の月平均気温データを用いていると明記している。

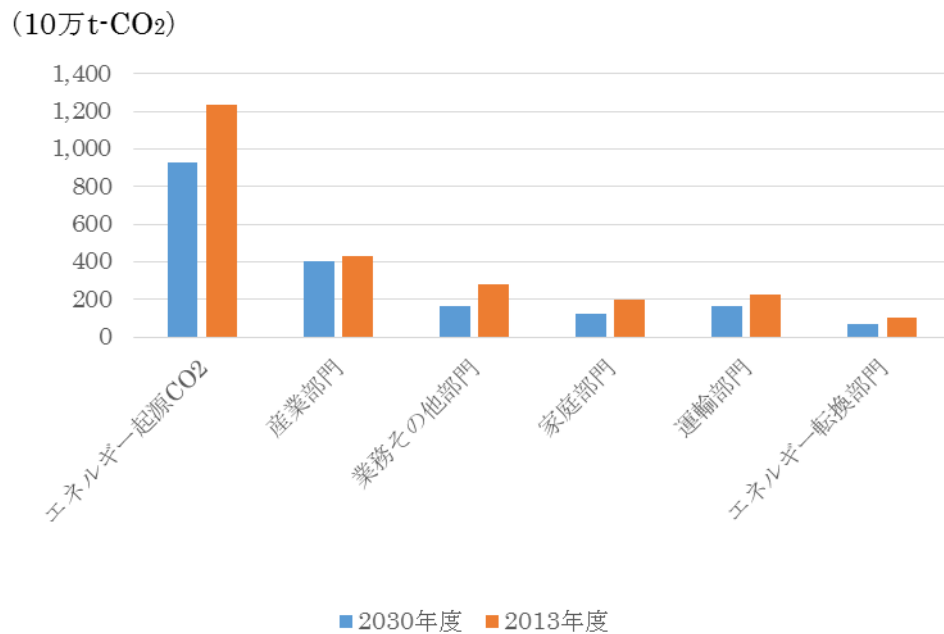


図1 2020年以降の新たな温室効果ガス排出削減目標（エネルギー起源二酸化炭素）

出所：環境省「日本の約束草案(2020年以降の新たな温室効果ガス排出削減目標)」

より筆者作成

第2節 家庭部門の二酸化炭素排出

環境省「2014年度温室効果ガス排出量確報値概要」によると、以下のことが明らかになっている。日本の2014年度（平成25年度）の温室効果ガス総排出量は13億6,400万トンであり、前年度の総排出量（14億800万トン）と比べて3.1%（4,400万トン）減少している。また、2005年度の総排出量（13億9,700万トン）と比べて2.4%（3,300万トン）減少し、1990年度の総排出量（12億7,100万トン）と比べて、7.3%（9,300万トン）増加している。前年度と比べて排出量が減少した要因として、電力消費量の減少や電力の排出原単位の改善に伴う電力由来のCO₂排出量の減少により、エネルギー起源のCO₂排出量が減少したことなどが挙げられる。2005年度と比べて排出量が減少した要因として、オゾン層破壊物質からの代替に伴い、冷媒分野においてハイドロフルオロカーボン類（HFCs）の排出量が増加した一方で、産業部門や運輸部門のエネルギー起源のCO₂排出量が減少したことなどが挙げられる。

図 2 は、部門別エネルギー起源二酸化炭素排出量の推移である。2014 年度の産業部門からの排出量は 4 億 2,600 万トンであり、前年度と比べて 1.4% (600 万トン) 減少している。また、2005 年度と比べて 6.8% (3,100 万トン) 減少、1990 年度と比べて 15.1% (7,600 万トン) 減少している。運輸部門 (自動車等) の CO₂排出量は 2 億 1,700 万トンであり、前年度と比べて 3.4% (760 万トン) 減少している。また、2005 年度と比べて 9.5% (2,270 万トン) 減少、1990 年度と比べて 5.2% (1,080 万トン) 増加している。業務その他部門の CO₂排出量は 2 億 6,100 万トンであり、前年度と比べて 6.2% (1,740 万トン) 減少している。また、2005 年度と比べて 9.2% (2,210 万トン) 増加、1990 年度と比べて 90.5% (1 億 2,390 万トン) 増加した。家庭部門の CO₂排出量は 1 億 9,200 万トンであり、前年度と比べて 4.8% (960 万トン) 減少している。また、2005 年度と比べて 6.6% (1,190 万トン) 増加、1990 年度と比べて 46.8% (6,120 万トン) 増加している。

産業部門について、排出削減に向けてこれまで行われてきた主たる取り組みとして、日本経済団体連合会による低炭素社会実行計画がある。経団連は、地球温暖化防止に向けて主体的かつ積極的な取り組みを進めるため、1997 年から環境自主行動計画を推進している。その結果、2008 年度～2012 年度 (京都議定書第一約束期間) の平均における産業・エネルギー転換部門からの CO₂排出量は、1990 年度比 12.1%削減を達成している。2030 年に向けた低炭素社会実行計画では、2016 年 6 月時点で 57 業種が国内の事業活動からの排出について、2030 年の目標等を設定するとともに、主体間連携、国際貢献、革新的技術開発の各分野において取り組みの強化を図ると策定し、将来的に更に CO₂の減少が見込めると考える。

運輸部門について、平成 26 年 10 月 21 日資源エネルギー庁「運輸部門の省エネルギー対策について」を参照すると以下のことが示されている。トップランナー制度³を設けたことで燃費は向上し、特に近年は、エコカー減税等の影響によりハイブリッド車や電気自動車等のエコカー普及台数が伸びていることから、燃費が急激に伸びている。したがって、エコカーの普及台数の増加や車両性能の向上や燃費の改善といった技術的な進歩の観点から、将来的には CO₂の減少が見込めると考える。

³ 2004 年時点における自動車の燃費値について、16 の区分を設け、それぞれごとに最も優れているトップランナー車を選定した。経済産業省・国土交通省合同検討会において、16 の区分ごとのトップランナー車の燃費値を基に省エネ技術向上による燃費改善見通し等を勘案し、2015 年度目標基準値を策定した。

業務その他部門について、環境省「業務その他部門における現在までの排出量及び関連データについて」によれば、CO₂が増加した原因として 1990 年比で業務床面積が 31%増加したことが挙げられる。今後の見通しについて、国土交通省の建築物省エネ法のページによれば、平成 27 年 7 月に「建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律（平成 27 年法律第 53 号）」（建築物省エネ法）が公布され、適合義務や規制措置は公布 2 年以内に施行されると述べ、CO₂の減少が見込めると考える。以上のことから、上記の計画が成功すれば、運輸部門・産業部門・業務その他部門に関しては今後の改善が見込めると考える。また、運輸部門・産業部門・業務その他部門は企業活動によるものなので法規制がされやすいため、将来的に CO₂削減の達成の見通しがされやすいと考える。

家庭部門について、環境省「2014 年度（平成 26 年度）の温室効果ガス排出量（確定値）について」によれば、前年度からの家庭部門の CO₂排出量の減少の要因として、電力消費量の減少と、電力の排出原単位の改善により電力消費に伴う排出量が減少したことを指摘している。なお、2005 年度からの排出量の増加の要因としては、火力発電の増加により電力の排出原単位が悪化したことや、世帯数が増加したこと等を指摘している。また、エネルギー白書（2016）は、家庭部門のエネルギー消費は、生活の利便性・快適性を追求する国民のライフスタイルの変化、世帯数増加などの社会構造変化の影響を受け、個人消費の伸びとともに、著しく増加したことを指摘している。第一次石油ショックが起きた 1973 年度の家庭部門のエネルギー消費量を 100 とすると、2000 年度には 216.9 まで拡大した。その後、省エネルギー技術の普及と国民の環境保護意識の高揚に従って、家庭部門のエネルギー消費量は低下傾向となり、2014 年度には 196.1 まで低下した。しかし、2030 年度に 2013 年度比で 26.0%減（2005 年比で 25.4%減）の水準（約 10 億 4200 万 t-CO₂）を達成するためには、家庭部門の CO₂排出量を更に減少させる必要がある。また、家庭部門は企業活動ではないため法規制がしにくく、自主的な活動が必要である。

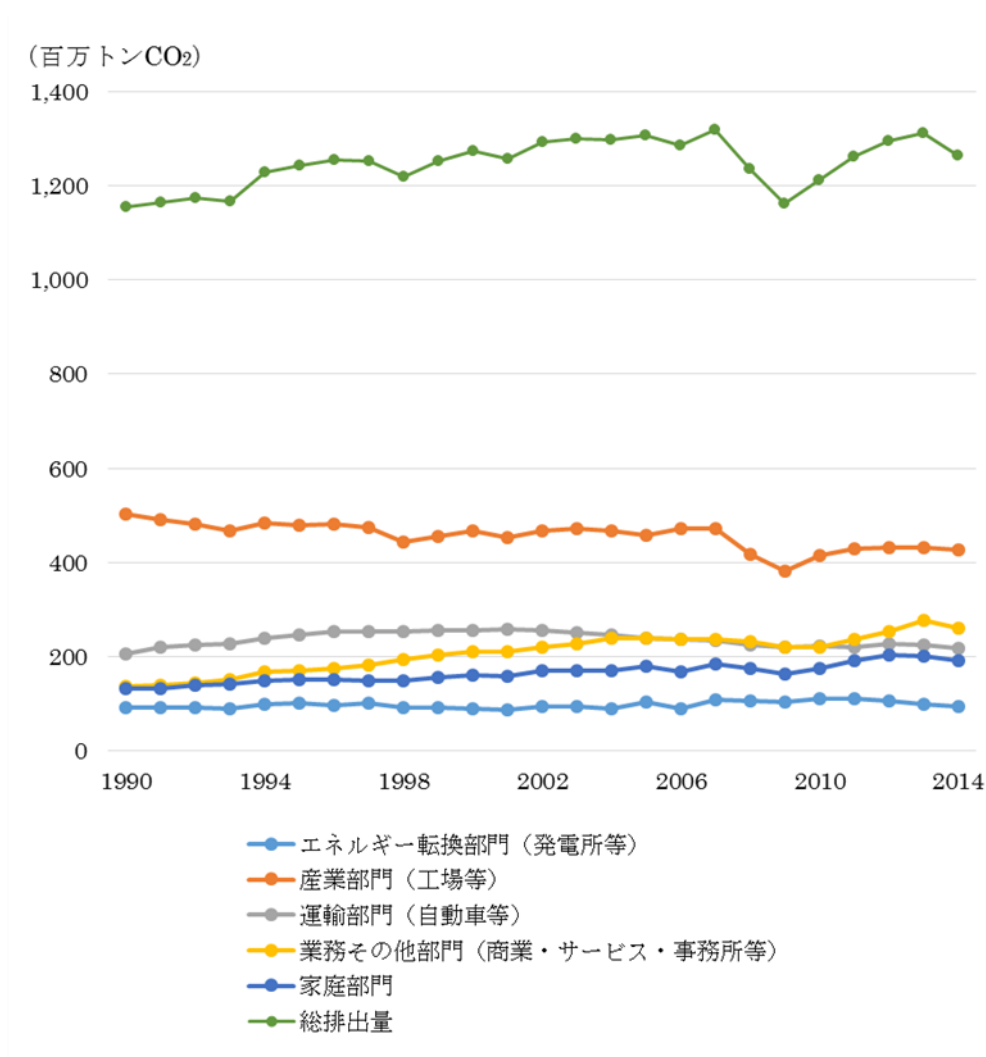


図2 部門別エネルギー起源二酸化炭素排出量の推移

出所：JCCCA「日本の部門別二酸化炭素排出量の推移（1990-2014年度）」より筆者作成

我が国のライフスタイルの変化について、図3に示すように人々がより快適な生活を求めた結果、様々な家電製品が普及してきた。このことは生活の利便性・快適性を追求するライフスタイルの変化を表している。家電製品が普及する一方で、家電製品の環境性能は向上してきている。図4に示すように、エアコン、電気冷蔵庫、テレビの1台当たりの消費電力は大きく低下してきている。また、環境性能の高い家電は、2009年から開始された家電エコポイント制度によって多くの家庭に普及し、二酸化炭素排出量削減効果は年間約270万

t-CO₂ と推計されている⁴。しかし、図 2 に示すように、家電エコポイント制度が実施されていた 2009 年から 2011 年の家庭部門の CO₂ は増加している。これは図 3 に示したように、利便性・快適性を求め様々な家電製品を使用するようになったことや使用頻度を高めたことによる CO₂ の増加が、家電製品の環境性能向上による二酸化炭素排出量削減効果を上回ったためであると考えられる。したがって、家庭部門における電力使用に伴う二酸化炭素排出量の削減を進めるには、省エネルギー製品の普及（原単位の消費削減）だけではなく、国民に節電行動を普及させる必要がある。

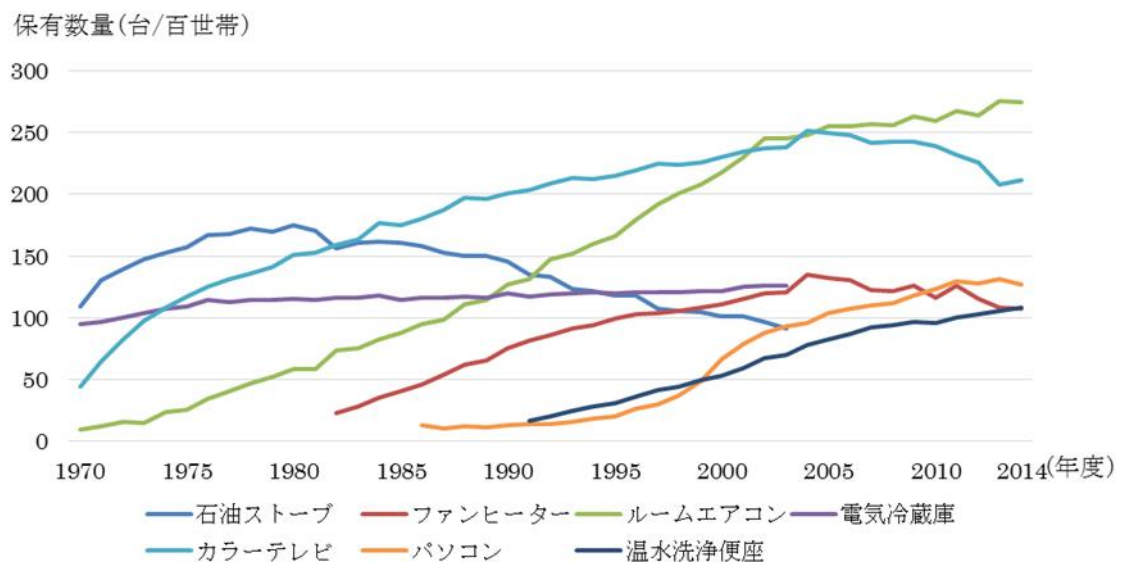


図3 家庭用エネルギー消費機器の保有状況

出所：内閣府「消費動向調査(二人以上の世帯)」(2016)より筆者作成

(注) カラーテレビのうち、ブラウン管テレビは 2012 年度調査で終了。

⁴ 環境省・経済産業省・総務省「家電エコポイント制度の政策効果等について」において示されている推計結果である。https://www.env.go.jp/policy/ep_kaden/pdf/calculation.pdf

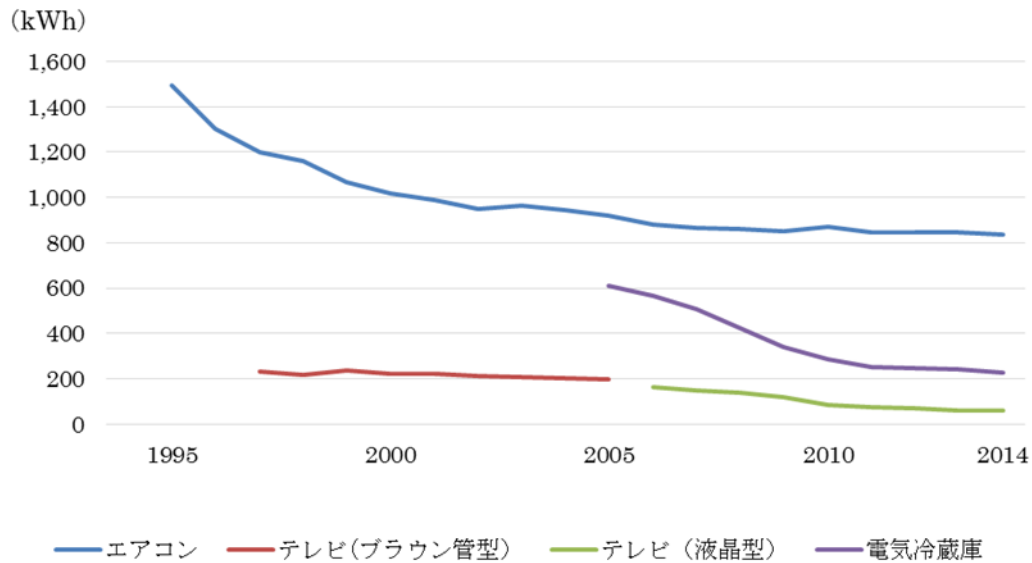


図4 主要家電製品のエネルギー効率の変化

出所：資源エネルギー庁、省エネルギーセンター

「省エネ性能カタログ」等を基に筆者作成

(注1) エアコンは冷房・暖房期間中の電力消費量。冷暖房兼用・壁掛け型・冷房能力2.8kWクラス・省エネルギー型の代表機種種の単純平均値。

(注2) 電気冷蔵庫は年間消費電力量。定格内容積400リットルとする場合。定格内容積当たりの年間消費電力量は主力製品(定格内容積401～450リットル)の単純平均値を使用。

(注3) テレビは年間電力消費量。ワイド32型のカタログ値の単純平均値。

家庭部門の2030年度の排出量の目安は1億2200万t-CO₂である。環境省「環境省における職員の家庭部門省エネ率先実行について」によれば、とりわけ家庭部門の削減を進めるための国民運動に省庁横断で取り組むことを取りまとめたとしている。家庭・業務部門の取り組み推進のためには、各家庭や事業所等でのエネルギー使用状況が見える化⁵し、自らの日常生活におけるエネルギー消費量を意識しながら省エネルギー対策に取り組んでいくことが必要(電力見える化PDCAサイクル)であると指摘している。また、環境省は東日本

⁵ 見える化とは、可視化と同義語であり、今回は電力消費がすぐに分かるような仕組みを構築することを見える化とする

大震災の影響により電力供給が極めて厳しい状況となった際、節電を広く国民に呼びかけるため「みんなで節電アクション！」キャンペーンを開始した。これは安定した電力供給やCO₂削減を目指して家庭やオフィスにおける節電行動を促進するための取り組みであり、7つの節電アクションが提案されている。具体的には表1に示す通りである。

表1 環境省により推進されている節電行動

節電内容	
1	こまめにスイッチオフ！ 電気使用は必要最小限度に！
2	待機電力を削減！ 使用していない場合にも電力が消費される待機電力を削減！
3	エアコンで節電！ 設定温度・風向きで調節！
4	冷蔵庫で節電！ 扉の開閉時間の短縮と保冷容量もチェック！
5	照明で節電！ 明るさや点灯時間で調節！
6	テレビで節電！ 主電源 OFF と明るさ調節！
7	その他で節電！ ライフスタイルの見直しで節電！

出所：環境省「みんなで節電アクション！」より筆者作成

第3節 HEMS の概要

前節で指摘したように、産業部門・運輸部門・業務その他部門については将来的にCO₂の減少が見込めると考える。他方で家庭部門については一層の削減が必要と言える。家庭部門において省エネルギー機器の普及が進む一方で、節電行動の普及が遅れていることが問題となっていると言える。国民が節電行動に取り組みやすくするための指針として、平成24年国家戦略室で策定されたグリーン政策大綱がある。これは原発依存度を下げ、化石燃料依存度を抑制させグリーンエネルギー（省エネルギー・再生可能エネルギー）を最大限引き上げることを目指している。家庭部門においてのエネルギー消費量を削減するには、家庭でのエネルギー効率を上げることが必要である。具体的には新築住宅・建築物の省エネ基準への段階的な適合義務化、建材へのトップランナー規制導入のための関連法制の整備、既存住宅・建築物の省エネ改修の推進、HEMSの普及、住宅・建築物のネット・ゼロ・エネルギー

一化に向けた支援等を進めることを掲げている。特に家庭内での節電行動を促進させる政策として HEMS がある。このシステムにより電力消費が見える化され、各機器や各部屋の消費状況をスマートフォンで見ることができる。また、各機器を遠隔操作することもでき、電力をコントロールすることで節電が進む。更に、エネルギー機器を自動制御し、節電効果を高める効果もある。具体例としてパナソニックのスマート HEMS の特長の一つであるおまかせコントロールを挙げると、エアコンの運転 30 分後に自動的に省エネ温度（冷房 28 度・暖房 20 度）に変更したり、住まい全体の使用電力量を見極め、自動で電力をセーブしたりする。HEMS の価格は低いものから高いものまで幅広く、遠隔操作や自動制御の機能がある HEMS の方が高価格だが節電効果が高い。近年では HEMS 機器と連携するスマートフォン用のアプリが作られ、クラウド管理システムが向上している。HEMS を品質別に分類すると以下ようになる。

表 2 品質別 HEMS

	低品質	中品質	高品質
機能	・ 電力使用量の見える化 ・ 電力発電量の見える化 ・ 省エネに関するアドバイス ・ スマートフォンで遠隔操作	・ 電力使用量の見える化 ・ 電力発電量の見える化 ・ 省エネに関するアドバイス ・ スマートフォンで遠隔操作 ・ 各部屋・機器の電力使用量の見える化	・ 電力使用量の見える化 ・ 電力発電量の見える化 ・ 省エネに関するアドバイス ・ スマートフォンで遠隔操作 ・ 各部屋・機器の電力使用量の見える化 ・ 自動制御
機器名	NTT 東日本 フレッツミエルネ フレッツ光月額使用料+機器月額使用料 400 円（一ヵ月あたり） *無線親機・分電盤計測器をレンタルする場合	東芝ライテック ホームゲートウェイ HEMS 商品 HEM-GW16A 30,000 円（税抜き）+月額サービス料 500 円（税抜き）+エネルギー計測ユニット S48,000 円（税抜き） シャープ JH-RTP2 タップ・中継器・専用タブレット 端末 196,800 円+税	パナソニック AiSEG+スマートコスモ+3 回路+住まいるサポ E 型 223,400 円+税 *新築の場合（住宅分電盤込み）

出所：NTT 東日本 HP、東芝ライテック HP、パナソニック HP、シャープ HP より筆者作成

国家戦略室のグリーン対策大綱に示されているように 2030 年までに HEMS を全世帯へ普及させるという目標があるが、平成 25 年 11 月経済産業省の「次世代エネルギーマネジメントビジネスモデル実証事業について」によれば、HEMS 導入率は 0.2%以下であり、その背景には導入が進まないことから企業が将来的な事業計画が立てられる状況になく、民間投資が進んでいない状況が指摘されている。そして、少なくとも 2 割程度の消費者に普

及するという見通しができれば、意欲的な企業を中心に民間投資が始まると期待できると指摘している。そのため、普及可能性 2 割を確立するための政策が必要である。

一般家庭において HEMS の普及が進まない原因として次のような点が挙げられる。まず、一つ目は導入コストが高額な点である。電力中央研究所「家庭用エネルギー管理システム (HEMS) の普及に関する課題とその動向」によると、費用回収年数の長さや需要家の支払意思額に対して高額であるということが影響しているとされる。二つ目は、生活の利便性向上を示していない点である。この点に関して、平成 25 年 11 月経済産業省の「次世代エネルギーマネジメントビジネスモデル実証事業について」は、新しい付加価値サービスを組み合わせることで生活の利便性向上を示さなければ HEMS の自立的な普及につながらないと述べている。ここでの新しい付加価値サービスとは、たとえば環境省「HEMS 利用の付加価値向上に資する仕組みの構築のための調査について」によれば、生活必需品や娯楽といった生活に密着したサービスにエネルギー情報を付加することなどが該当する。

HEMS の補助金について、経済産業省のエネルギー管理システム導入促進事業補助金の運営を依頼された一般社団法人環境共生イニシアチブは、平成 24 年 4 月 19 日から平成 26 年 3 月 31 日の間に HEMS 機器交付申請の公募を受け付けている。補助率は定額 7 万円であり、定額を下回る領収書の金額に対してはその領収金額の 1000 円単位以下を切り捨てた金額を補助する⁶としている。現在は事業を終了している。

HEMS と組み合わせて利用されるものにスマート・メーターがある。スマート・メーターの機能である遠隔検針と遠隔開閉により、電力会社は電力消費量を正確に測定でき、検針のための人件費を削減することができる。また、電力供給のコントロールが可能になり、大規模な停電を予防することができる。現在、スマート・メーターの設置費用は電力会社負担となっている。

平成 23 年 2 月スマート・メーター制度検討会ではスマート・メーターについて、電力会社の業務効率向上や、提供されるエネルギー使用情報を活用した新しいサービスの創出による国民の生活の質の向上というメリットが述べられている。また、スマート・メーターにより電力消費量が表示され、HEMS と組み合わせることで電気料金が表示されるようにな

⁶ HEMS 機器の設置場所住所が「東日本大震災の特定被災区域」の場合と検定付き電力量計（スマート・メーターと HEMS 機器をつなぐための付属機器を含む）を備えた HEMS 機器を設置した場合に限り定額 10 万円を補助している。

り、省エネ行動が更に促進されることが期待されている。更に、電力料金が安い時間帯に合わせた電力使用や、電力の受給状況に合わせた自動制御ができ、節電効果を高めることが可能になる。エネルギー基本計画における目標は、スマート・メーターを 2020 年代の可能な限り早い時期に、原則全ての需要家（全世帯・全工場）に導入させることである。普及のための政府の取り組みとして、スマート・メーターの検定手数料を、670 円から 370 円に（※定格電流 100A 以下（単層 3 線式）の場合）引き下げている。スマート・メーターの普及状況については、工場・ビル等の高圧部門については平成 28 年度には全数スマート・メーター化完了の予定となっている。家庭等の低圧部門においては平成 25 年 9 月時点では 200 万台超であるが、各電力会社が本格導入に移行して手続きが進められている。東京電力パワーグリッド株式会社は 2020 年度までに全世帯 2700 万台設置を目標とし、関西電力は平成 28 年 9 月末で約 650 万台を設置し、平成 34 年度までに 1300 万台全数導入を目指している。中部電力は 2023 年度までに全世帯約 1000 万台設置完了を予定している。このように、各電力会社がスマート・メーターを全世帯に設置する予定が立てられているため、2020 年代のスマート・メーターを全需要家に設置する目標は達成できると推測する。

したがって、家庭部門における CO₂を削減するには、スマート・メーターは普及計画が明瞭であるため、HEMS の普及率を上げ、環境省が定めた節電アクションを中心とした節電行動を促進させることが必要であると考えられる。そのため本研究では、環境配慮行動の 1 つである節電行動の更なる普及政策を提言することを目標とする。

先行研究と本稿の独自性

第1節 先行研究

本研究では、後述するように、節電行動を継続させるためには節電行動により満足度（すなわち幸福度）が向上することが重要であり、満足度（幸福度）向上がさらなる節電行動および節電行動継続に繋がると考える。本節ではまず、節電行動、および環境配慮行動の決定要因を検証している先行研究をまとめる。

まず、中国北京における家庭での節電行動について検証を行ったものに Wang et al. (2011) がある。この論文は、世界で二番目のエネルギー消費国であり生産国でもある中国に焦点をあて、経済的便益、快適さ、利便性および情報が家庭の節電行動の意思に重大な影響を与えているとしている。これは、アンケート回答者の 65.32% がエネルギー消費、すなわち環境に対しての負荷に気付いてはいるが、そのことに十分な注意を払っていないこと、69% は前月の電気代を把握しておらず、また、購入・使用の際の不便性や、節電効果のある家電製品は高価格ということも節電に対する意思低下の理由として挙げている。しかし、この研究は対象が中国であるため、同じアンケートを行ったとしても日本では異なる結果が得られる可能性がある。

Yue et al. (2013) は、中国で 3 つの節電行動と、社会人口動態・節電意識・行動能力（環境配慮行動の動機）・状況的要因（社会的人口動態を取り囲む要因）の関係性について検証を行っている。分析の結果、年齢・性別・所得水準・世帯構造・学歴を含む社会人口動態の特性の全てが、節電行動に影響する重要な要因であるということを明らかにしている。また、年齢や性別、所得水準など社会人口動態の特性の違いは行動能力と節電行動に働きかける節電意識の変数に有意な影響を与えることも示している。

ガスや電気の使用量が住居の形態によって決定される程度を分析したものに Brounen (2012) がある。オランダでの分析結果として、住宅のガス消費量は、主に建物の種類や住居形態などの構造的な住居の特性によって決定づけられるということが示されている。非常に古い家に比べて最近建設されたビルは加熱用のガスの使用量が低下しているが、この理由として Brounen は住宅内の機器や設備の存在を挙げている。また、家族構成は、消費電力の重要な決定因子であることが見出されており、子どもがいる家庭は、実質的によ

り多くのガスと電力を消費するのに対して、ガスと電気の消費量は単一世帯については平均して低くなっている。

Hori et al. (2013) は、日本の家庭における節電行動に関する金銭的要因と非金銭的要因の影響を調査している。無作為に 236 世帯を選び、3 つのグループ (①金銭的な報酬グループ、②報酬+他と比較したフィードバック：他の参加者の節電に関する情報を提供される、③コントロール・グループ) に分類している。分析の結果、金銭的報酬により家庭の電力消費削減が成功することが示されており、電気管理を促進する際の金銭的要因の重要性が示されている。

また、Ohler and Billger (2014) は、アメリカでの研究において個人の利害は電力使用量を上げ、世界の気候を変えると訴えている。すなわち、家庭における電力消費のデータと電力消費の行動のデータを用いて回帰分析を行った結果、自分が感じる得失感が節電行動と電気使用量に大きな影響を与えることを明らかにしている。この結果から、電力を減少させる政策について個人の利害 (例：価格設定・割引・補助金・税金) に焦点を当てること、電力消費を軽減させることにつながると考察している。

以上が環境配慮行動および節電行動の決定要因に関する主要な先行研究であるが、本研究では、家庭部門のエネルギー起源二酸化炭素排出量を削減するために、環境配慮行動の 1 つである節電行動の更なる普及政策を提言することを目的とする。すでに述べたように、節電行動を継続させるためには節電行動により満足度 (すなわち幸福度) が向上することが重要であり、満足度 (幸福度) 向上が更なる節電行動および節電行動継続につながると考える。そこで本研究では人々が感じる生活に対する満足度、すなわち生活満足度指標と節電行動の関係性を考えていきたい。以下、関係する先行研究をまとめる。

まず、主観的幸福度に環境意識および環境行動が及ぼす影響を検証した先行研究としては、倉増ら (2011) がある⁷。倉増ら (2011) では、複数の環境対象において、環境保護へ

⁷ 幸福度に関する日本における主要研究としては Tiefenbach and Kohlbacher (2014) がある。生活満足度及び幸福度の決定要因に関する先行研究により確認されてきている決定要素について、日本のデータを用いて検証を行っており、2011 年度生活選好度調査 (内閣府) のデータを多変量回帰モデルにより分析している。分析の結果、収入・女性・結婚・住宅保有・ボランティア・寄付・政治参加は日本人の幸福度と明確な正の相関関係にあることを明らかにしている。また、年齢は幸福度に関して、二次式 (U 型) の関係を示し、失業は日本人の幸福度と明確な負の相関関係にあることを明らかにしている。

の支払意思、及び支払意思額が高い人ほど主観的幸福度が高いことを示している。他方で環境意識および環境行動が主観的幸福度に及ぼす影響について検証している研究としては倉増ら（2012）および鶴見（2012）が挙げられる。両研究では主観的幸福度が高い人ほど生物多様性保全に関する環境意識が高いことを見出している。また、Kaida and Kaida(2016)は、環境配慮行動と幸福度との関係について分析を行っている。分析の結果、環境配慮行動は主観的幸福に統計的に正に有意な影響を与えることが示されている。そして、日々の生活で環境に良いことをすることによって主観的幸福度が高まるというように、人と環境にとって win-win の関係が存在する可能性がある」と述べている。

第2節 本稿の独自性

先行研究について注意すべきは、「主観的幸福度の決定要因に関する分析における説明変数に環境意識・環境行動が用いられている研究」と「環境意識・環境行動の決定要因に関する分析における説明変数に幸福度指標が用いられている研究」の二者が存在することである。すなわち、環境意識・環境行動が原因で主観的幸福度が決定されるという論文と、主観的幸福度が原因で環境意識・環境行動が決定されるという論文が両方存在しているという点である。ここで我々が注目したいのは、先行研究では環境意識・環境行動と幸福度指標についてはどちらも原因でありどちらも結果であるという結果が示されている点である。我々は前述したように節電行動により満足度（幸福度）が向上し、一方でその満足度（幸福度）向上がさらなる節電行動および節電行動継続につながる可能性を実証的に検証したいと考えている。この点について統計的に明確に実証している先行研究は存在していない。本研究では持続的な節電行動を促すのに有効な手段を見出し、節電行動と幸福度との関係を把握するため、同時方程式モデルを使用する。この手法を用いることにより、先行研究で明らかにされてきていない「節電行動により満足度（幸福度）が向上し、一方でその満足度（幸福度）向上が更なる節電行動および節電行動継続につながる可能性」を検証することが可能となる。さらには分析では HEMS を設置することで電力の見える化を実現し、節電行動に繋げる。節電行動により幸福度が高まり、その結果、節電行動を繰り返す行方ようになるという好循環を造り出す。以上の好循環の過程において、環境配慮行動に持続性を持たせることが本研究の目的であり、本稿の独自性である。

分析

第1節 データ概要

データは2015年10月16日から2015年10月26日と2015年11月16日から12月14日に、日本全国約25万人を対象としたWebによるアンケート調査の回答データを用いる。データの概要は表3に示すとおりである。なお、表4は本研究の基本統計量である。

表3 データ概要

調査項目	概要
1 生活満足度	質問文「全体としてどの程度生活に満足していますか。」 「大変満足している」が5、「全く満足していない」が1。(1～5)
2 節電行動	質問文「あなたはご自宅の節電・電気料金節約のために実施していることはありますか。(いくつかでも)」 「こまめに電気を消す」が1、「冷蔵庫の開閉時間を短くする」が2、「エアコンと扇風機・送風機を併用」が3、「電球のワット数や設置数を調整」が4、「主電源を切る」が5、「節電タップの利用」が6、「契約アンペア数の見直し」が7、「料金プランの見直し」が8、「電気家計簿の記録」が9。(1～9) ・実施しているものを1、実施していないものを0とするダミー変数。
2 性別	男性を1、女性を0とするダミー変数。
3 年間世帯所得	0円を「0円」、10万円未満を「5万円」、10～100万円未満を「55万円」、100～300万円未満を「200万円」、300～500万円未満を「400万円」、500～700万円未満を「600万円」、700万円～1000万円未満を「850万円」、1000万円～1500万円未満を「1250万円」、1500万円～2000万円未満を「1750万円」、2000万円以上を「2,000万円」とした。
4 婚姻状況	回答時に結婚している場合は1、それ以外を0とするダミー変数。
5 年齢	回答時の年齢
6 年間電気料金	質問文「ご自宅の電気料金は平均して月額いくらくらいですか。」 「3,000円未満」を1、「3,000円代」を2、「4,000円代」を3、「5,000円代」を4、「6,000円代」を5、「7,000円代」を6、「8,000円代」を7、「9,000円代」を8、「10,000～11,000円未満」を9、「11,000～12,000円未満」を10、「12,000～13,000円未満」を11、「13,000～14,000円未満」を12、「14,000～15,000円未満」を13、「15,000～20,000円未満」を14、「20,000～30,000円未満」を15、「30,000円以上」を16、「わからない」を17。(1～17) ・4～6月、7～9月、10～12月、1～3月の各平均月額を3倍したものを合計した。
7 外交性	質問文「以下のことばは、あなた自身に当てはまると感じますか。」 ・活発・外交的 「全くそうは思わない」が1、「強くそう思う」が5。(1～5) ・ひかえめ・おとなしい 「全くそうは思わない」が5、「強くそう思う」が1。(1～5) ・上2つの平均値を使用。
8 協調性	質問文「以下のことばは、あなた自身に当てはまると感じますか。」 ・批判的・もめごとを起こしやすい 「全くそうは思わない」が5、「強くそう思う」が1。(1～5) ・人に気がつかう・あたらかい 「全くそうは思わない」が1、「強くそう思う」が5。(1～5) ・上2つの平均値を使用。
9 勤勉性	質問文「以下のことばは、あなた自身に当てはまると感じますか。」 ・しっかりしている・自分に厳しい 「全くそうは思わない」が1、「強くそう思う」が5。(1～5) ・だらしない・不注意 「全くそうは思わない」が5、「強くそう思う」が1。(1～5) ・上2つの平均値を使用。
10 神経症	質問文「以下のことばは、あなた自身に当てはまると感じますか。」 ・心配性・うろたえやすい 「全くそうは思わない」が1、「強くそう思う」が5。(1～5) ・冷静・気分が安定している 「全くそうは思わない」が5、「強くそう思う」が1。(1～5) ・上2つの平均値を使用。
11 開放性	質問文「以下のことばは、あなた自身に当てはまると感じますか。」 ・新しいことが好きで、複雑な考えを持っている 「全くそうは思わない」が1、「強くそう思う」が5。(1～5) ・平凡・発想力に欠けている 「全くそうは思わない」が5、「強くそう思う」が1。(1～5) ・上2つの平均値を使用。
12 学歴	大学卒、大学院修士卒、大学院博士卒を1、それ以外を0とするダミー変数。
13 住居形態	「持ち家・一戸建て」、「賃貸・一戸建て」を一戸建て、「持ち家・マンション」、「賃貸・マンション」をマンション、「持ち家・アパート」、「賃貸・アパート」をアパートとし、それぞれ該当するものを1、該当しないものを0とするダミー変数。
14 HEMS	自宅にHEMSを設置している人を1、設置していない人を0とするダミー変数。

表 3 データ概要 (続き)

15 世帯人数	質問文「あなたのご自宅にはあなたを含め何人の方が住んでいらっしゃいますか。」 「1人」を1、「2人」を2、「3人」を3、「4人」を4、「5人」を5、「6人」を6、「7人」を7、「8人」を8、「9人」を9、「10人以上」を10とし、それぞれ該当するものを1、該当しないものを0とするダミー変数。
16 住宅の広さ	質問文「お住まいの住宅の広さを教えてください」 「20m ² 未満」を10、「20m ² ～30m ² 未満」を25、「30m ² ～40m ² 未満」を35、「40m ² ～50m ² 未満」を45、「50m ² ～60m ² 未満」を55、「60m ² ～70m ² 未満」を65、「70m ² ～80m ² 未満」を75、「80m ² ～90m ² 未満」を85、「90m ² ～100m ² 未満」を95、「100m ² ～120m ² 未満」を110、「120m ² ～140m ² 未満」を130、「140m ² ～160m ² 未満」を150、「160m ² 以上」を160とし、それぞれ該当するものを1、該当しないものを0とするダミー変数。
17 人口	・「東京 23 区・政令指定都市」、「人口 50 万人以上の市（東京 23 区・政令指定都市を除く）」、「人口 10 万人以上～50 万人未満」、「人口 5 万人以上～10 万人未満」、「人口 5 万人未満」、「わからない」それぞれについて、該当するものを1、該当しないものを0とするダミー変数。 ・「東京 23 区・政令指定都市」を基準とした。
18 オール電化	自宅に導入している人を1、導入していない人を0とするダミー変数。
19 太陽光発電	自宅に設置している人を1、設置していない人を0とするダミー変数。
20 燃料電池システム	自宅に導入している人を1、導入していない人を0とするダミー変数。
21 スマート・メーター	自宅に導入している人を1、導入していない人を0とするダミー変数。
22 Web サービス閲覧頻度	質問文「あなたの世帯では、電力会社やガス会社が提供している Web サービスに登録していますか。（でんき家計簿、MyTokyoGas、はぴeみる電、カデエネなど）【電力会社 Web サービス】」 「登録し、毎月閲覧している」を4、「登録し、たまに閲覧している」を3、「登録したが閲覧していない」を2、「登録していない」を1。（1～4）
23 在宅状況	質問文「ご自宅の在宅状況についてお答えください（平日）。」 「日中は不在がち」を0、「日中誰かは、ほぼ在宅している」を1とするダミー変数。

表 4 基本統計量

	サンプル数	平均値	標準偏差	最小値	最大値
年間電気料金	83,489	119,229.195	63,560.154	18,000	360,000
年齢	83,489	50.709	11.324	15	99
男性ダミー	83,489	0.686	0.464	0	1
結婚ダミー	83,489	0.733	0.443	0	1
年間世帯所得	83,489	6999,574.201	4575,396.988	50,000	20,000,000
大卒ダミー	83,489	0.544	0.498	0	1
持家ダミー	83,489	0.736	0.441	0	1
hems	83,489	0.011	0.106	0	1
スマート・メーター	83,489	0.011	0.104	0	1
生活満足度	83,489	3.507	0.941	1	5
人口 50 万人以上ダミー	83,489	0.12	0.325	0	1
人口 10 万人以上 50 万人未満ダミー	83,489	0.326	0.469	0	1
人口 5 万人以上 10 万人以上未満ダミー	83,489	0.127	0.333	0	1
人口 5 万人未満ダミー	83,489	0.104	0.305	0	1
政令指定都市・特別区	83,489	0.324	0.468	0	1
戸建て住居	83,489	0.555	0.497	0	1
住宅状況	83,489	0.504	0.5	0	1
マンションダミー	83,489	0.33	0.47	0	1
アパートダミー	83,489	0.108	0.311	0	1
オール電化	83,489	0.163	0.37	0	1
太陽光発電システム	83,489	0.085	0.278	0	1
燃料電池システム	83,489	0.007	0.081	0	1
Web サービス閲覧頻度	83,489	1.725	1.059	1	4
住宅の広さ	83,489	88.497	39.614	25	160
こまめな消灯	83,489	0.729	0.445	0	1
冷蔵庫開閉時間短縮	83,489	0.253	0.435	0	1
エアコン・扇風機併用	83,489	0.377	0.485	0	1
電球調整	83,489	0.18	0.384	0	1
主電源を切る	83,489	0.209	0.407	0	1
節電タップの利用	83,489	0.164	0.37	0	1
契約アンペア数の見直し	83,489	0.052	0.223	0	1

第2節 同時方程式モデル

本研究では分析手法として、同時方程式モデルを採用している。独自性のところで述べたように、同時方程式モデルを使用することで、生活満足度と後述する種々の節電行動との関係を相関関係ではなく因果関係のレベルで把握することが可能になる。分析モデルは(1)式の通りである。説明変数の選択においては先行研究を参考にしている。

$$\begin{aligned}
 L_i = & \alpha_1 + \beta_1 \text{male dummy}_i + \beta_2 \text{income}_i + \beta_3 \text{marriage dummy}_i + \beta_4 \text{age}_i \\
 & + \beta_5 \text{age squared}_i + \beta_6 \text{electricity charges}_i + \beta_7 \text{extraversion}_i \\
 & + \beta_8 \text{agreeableness}_i + \beta_9 \text{conscientiousness}_i + \beta_{10} \text{neuroticism}_i \\
 & + \beta_{11} \text{openness}_i + \beta_{12} E_i + \varepsilon_{1i}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 E_i = & \alpha_2 + \gamma_1 \text{age}_i + \gamma_2 \text{male dummy}_i + \gamma_3 \text{marriage dummy}_i + \gamma_4 \text{income}_i \\
 & + \gamma_5 \text{college dummy}_i + \gamma_6 \text{own_house}_i + \gamma_7 \text{hems}_i + \gamma_8 L_i + \gamma_9 \text{household_size}_i \\
 & + \gamma_{10} \text{site}_i + \gamma_{11} \text{pop_over50}_i + \gamma_{12} \text{pop50}_i + \gamma_{13} \text{pop10}_i + \gamma_{14} \text{pop5}_i \\
 & + \gamma_{15} \text{mansion}_i + \gamma_{16} \text{apartment}_i + \gamma_{17} \text{all_e}_i + \gamma_{18} \text{solar}_p_i + \gamma_{19} \text{enefarm}_i \\
 & + \gamma_{20} \text{smart_meter}_i + \gamma_{21} \text{e_web}_i + \varepsilon_{2i} (1)
 \end{aligned}$$

(1)式において、 i はアンケート対象の個人、 α は定数項、 ε は誤差項を表す。内生変数 L は生活満足度、内生変数 E は節電行動を表す。外生変数 male dummy は男性ダミー、 income は年間世帯所得、 marriage dummy は結婚ダミー、 age は年齢、 age squared は年齢の2乗、 $\text{electricity charges}$ は年間電気料金、 extraversion は外交性、 agreeableness は協調性、 conscientiousness は勤勉性、 neuroticism は神経症、 openness は開放性、 college dummy は大卒ダミー、 own_house は持家ダミー、 hems は HEMS ダミー、 household_size は世帯人数、 site は住宅の広さ、 pop_over50 は人口 50 万人以上ダミー、 pop50 は人口 10 万人以上 50 万人未満ダミー、 pop10 は人口 5 万人以上 10 万人未満ダミー、 pop5 は人口 5 万人未満ダミー、 mansion はマンションダミー、 apartment はアパートダミー、 all_e はオール電化、 solar_p は太陽光発電、 enefarm は燃料電池システム、 smart_meter はスマート・メーターダミー、 e_web は Web サービス閲覧頻度を表す。

図 5 は本分析の枠組みを図式化したものである。生活満足度および節電行動を内生変数とし、それぞれの決定要因に外生変数を考える。さらに、同時方程式で推計を行うことで、生活満足度モデルには節電行動を説明変数に導入し、他方で節電行動モデルには生活満足度を説明変数に導入することで、生活満足度と節電行動の因果関係を明らかにする。本研究が注目した節電行動は、「こまめに電気を消す」、「冷蔵庫の開閉時間を短くする」、「エアコンと扇風機・送風機を併用」、「電球のワット数や設置数を調整」、「主電源を切る」、「節電タップの利用」、「契約アンペア数の見直し」、「料金プランの見直し」、「電気家計簿の記録」の 9 種類である。

Kaida and Kaida(2016)は、環境配慮行動は幸福度に統計的に正に有意な影響を与えることを示している。したがって、節電行動は生活満足度に＋の影響を与えると予測される。また、生活満足度が高まると節電行動も高まると考えられるため、生活満足度は節電行動に＋の影響を与えると予測する。Tiefenbach and Kohlbacher(2015)により、女性であること、収入、結婚は幸福度に統計的に有意に正の影響を与えることが示されている。したがって、男性ダミーは生活満足度に－の影響を与え、年間世帯所得と結婚は生活満足度に＋の影響をもたらすと予測される。また、年齢は幸福度に関して二次式（U 字型）の関係にあることが示されている。年齢は生活満足度に－の影響、年齢の 2 乗は＋の影響を与えると予測する。Boyce and Wood (2011)により、外向性・協調性・勤勉性・開放性の特徴を持つ人はいずれも生活満足度に統計的に有意に正の影響を与えることが示されているため、生活満足度に＋の影響を与えると予測される。また、神経症の特徴を持つ人は統計的に有意な負の影響を与えることが示されているため、－の影響を与えると予測される。Gokdemir(2015)により、女性が電気料金を含む公共料金を支出することは、生活満足度に統計的に有意に正の影響を与えることが示されている。したがって、年間電気料金は生活満足度に＋の影響を与えると予測される。Abrahamse(2005)は、年齢、教育水準、電化製品の保有をコントロール変数としているため、本分析においても使用する。統計的に有意な結果は得られていないが、高齢者よりも若者の方が行動を起こしやすいと考えられる。したがって、年齢は節電行動に－の影響を与えると予測される。教育水準は学歴があるほど知識が豊富であると考えられ、節電行動をより行う傾向にあると予測される。したがって、大卒ダミーは節電行動に＋の影響を与えると予測する。電化製品は所有している人ほどエネルギー使用量を気にすると考えられ、節電行動をより行う傾向にあると考えられる。したがって、HEMS、オール電化、太陽光発電、燃料電池システム、スマート・メーター、Web サービス閲覧頻度は節電行動

に+の影響を与えると予測される。また、Mizobuchi and Takeuchi(2013)において、結婚、性別は統計的に有意な結果は得られていないが、コントロール変数として使用されているため本分析でも使用する。結婚をすることにより家計を重視するようになり、単身よりも節電行動を意識するようになると予測する。したがって、結婚は節電行動に+の影響を与えると予測される。また、女性の方が男性よりも家計を把握していることが多く、節電行動をより行っていると考えられる。したがって、男性ダミーは節電行動に-の影響を与えると予測する。Mizobuchi and Takeuchi(2013)により、持ち家であること、世帯人数、住宅の広さは、節電行動に統計的に有意に正の影響を与えることが示されている。したがって、持家ダミー、世帯人数、住宅の広さは節電行動に+の影響を与えると予測される。Brounen et al. (2012) により、アパートは一人当たり電力消費に統計的に有意に正の影響を与えることが示されている。したがって、アパートダミーは節電行動に+の影響を与えると予測される。一方で、マンションは、電力消費に統計的に負に有意な影響を与えることが示されている。したがって、マンションダミーは節電行動に-の影響を与えると予測する。Sardianou(2007)により、所得は環境配慮行動に統計的に有意に正の影響を与えることが示されている。したがって、年間世帯所得は節電行動に+の影響を与えると予測される。Hori et al. (2013)により、都会に比べ田舎の方が節電行動に統計的に有意に正の影響を与えることが示されている。したがって、人口ダミーは節電行動に-の影響を与えると予測する。

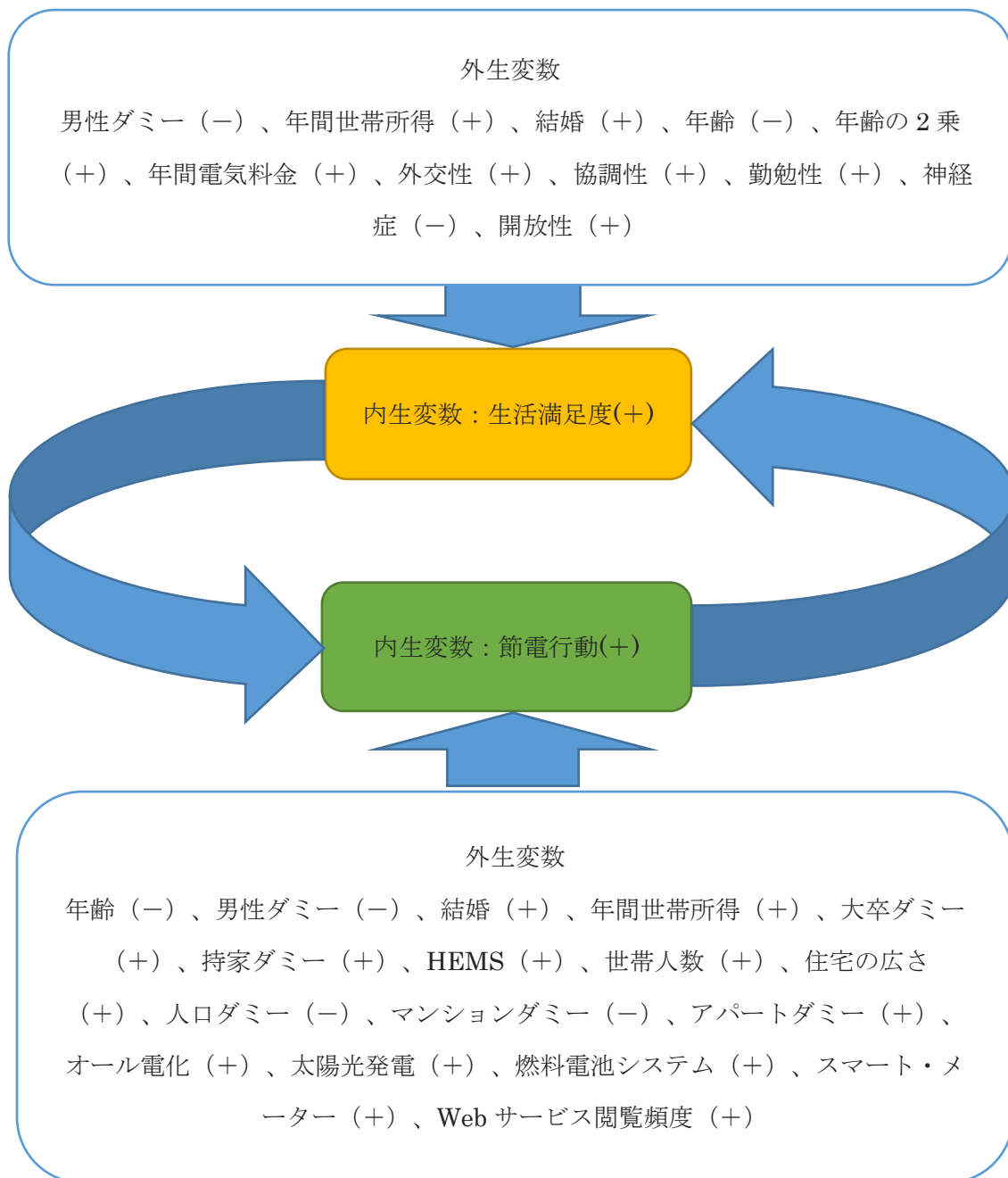


図 5 同時方程式モデルの概要

第 3 節 分析結果

(1) 式の分析結果を表 5 と表 6 に示す。まず、「こまめな消灯」に関するモデル 1 について説明を行う。まず内生変数を「こまめな消灯」としたモデルでは、結婚、大卒、持家、生活満足度、世帯人数、太陽光発電、Web サービス閲覧頻度が統計的に有意に正の影響を

与え、年齢、男性、年間世帯所得、アパートダミーが統計的に有意に負の影響を与えることがわかった。HEMS は統計的に有意な結果が得られなかった。内生変数を「生活満足度」とした分析では、年齢 2 乗、結婚、年間世帯所得（対数）、外交性、協調性、勤勉性、こまめな消灯が統計的に有意に正の影響を与え、年齢、男性、神経症、開放性、年間電気料金（対数）が統計的に有意に負の影響を与えることがわかった。

次に「冷蔵庫開閉時間短縮」に関するモデル 2 では、内生変数を「冷蔵庫開閉時間短縮」とした分析では、住宅の広さ、オール電化、スマート・メーターが統計的に有意に正の影響を与え、結婚が統計的に有意に負の影響を与えることがわかった。世帯人数、アパートダミーは統計的に有意な結果は得られなかった。その他の結果はモデル 1 と同様である。

次に「エアコン・扇風機併用」に関するモデル 3 では、内生変数を「エアコン・扇風機併用」とした分析では、「東京 23 区・政令指定都市」を基準とした人口 10 万人以上 50 万人未満ダミーが統計的に有意に正の影響を与え、人口 5 万人未満ダミー、マンションダミー、燃料電池システムが統計的に有意に負の影響を与えることがわかった。年齢、大卒は統計的に有意な結果が得られなかった。その他の結果はモデル 1 と同様である。

次に、「電球調整」に関するモデル 4 では、内生変数を「電球調整」とした分析では、年齢、男性、HEMS、住宅の広さ、スマート・メーターが統計的に有意に正の影響を与え、結婚、マンションダミー、オール電化が統計的に有意に負の影響を与えることがわかった。大卒は統計的に有意な結果が得られなかった。その他の結果は、モデル 1 と同様である。ただし、内生変数を「生活満足度」とした分析で開放性が統計的に有意な結果が得られていない。

次に、「主電源を切る」に関するモデル 5 では、内生変数を「主電源を切る」とした分析では、住宅の広さ、人口 5 万人以上 10 万人未満ダミー、マンションダミーが統計的に有意に正の影響を与え、結婚ダミー、世帯人数が統計的に有意に負の影響を与えることがわかった。アパートダミーは統計的に有意な結果が得られなかった。その他の結果はモデル 1 と同様である。内生変数を「生活満足度」とした分析では男性ダミー、年間電気料金（対数）が統計的に有意に正の影響を与え、勤勉性、開放性は統計的に有意な結果が得られていない。

次に、「節電タップの利用」に関するモデル 6 では、内生変数を「節電タップの利用」とした分析では、人口 50 万人以上ダミー、人口 5 万人以上 10 万人未満ダミー、太陽光発電、スマート・メーターが統計的に有意に正の影響を与え、大卒、持家、住宅の広さ、マンションダミー、オール電化、燃料電池システムが統計的に有意に負の影響を与えることがわかった。世帯人数は統計的に有意な結果が得られなかった。内生変数を「生活満足度」とした分

析では節電タップの利用が統計的に有意な結果が得られなかった。その他の結果はモデル 1 と同様である。

次に、「契約アンペアの見直し」に関するモデル 7 では、内生変数を「契約アンペアの見直し」とした分析では、持家、住宅の広さ、燃料電池システム、スマート・メーターが統計的に有意に正の影響を与え、結婚、世帯人数、人口 50 万人以上ダミー、人口 10 万人以上 50 万人未満ダミー、人口 5 万人未満ダミー、マンションダミー、オール電化が統計的に有意に負の影響を与えることがわかった。太陽光発電は統計的に有意な結果が得られなかった。その他の結果はモデル 1 と同様である。

次に、「料金プランの見直し」に関するモデル 8 では、内生変数を「料金プランの見直し」とした分析では、年間世帯所得、HEMS、住宅の広さ、オール電化、燃料電池システム、スマート・メーターが統計的に有意に正の影響を与え、結婚、人口 10 万人以上 50 万人未満ダミー、マンションダミーは統計的に有意に負の影響を与えることがわかった。男性は統計的に有意な結果が得られなかった。その他の結果はモデル 1 と同様である。

最後に、「電気家計簿の見直し」に関するモデル 9 では、内生変数を「電気家計簿の見直し」とした分析では、HEMS、アパートダミー、スマート・メーターが統計的に有意に正の影響を与え、世帯人数、人口 50 万人以上ダミーは統計的に有意に負の影響を与えることがわかった。結婚、大卒は統計的に有意な結果が得られなかった。その他の結果はモデル 1 と同様である。

以上のように、(1) 式の分析結果より、生活満足度を内生変数とした分析で、「節電タップの利用」を除く 8 種類の節電行動が統計的に有意となり、因果関係の意味で節電行動が生活満足度を高めることが明らかとなった。また、逆に節電行動を内生変数とした分析では、因果関係の意味で生活満足度が高まると 9 種類すべての節電行動が促進されることが明らかとなった。したがって、節電行動を行うと生活満足度が高まり、その生活満足度の高まりによって節電行動がさらに促進されるという好循環が存在することが明らかとなった。しかし、この好循環が存在するのにもかかわらず、日本において節電行動が浸透しないという事実が存在する。好循環の一方で節電行動が浸透しない理由は何なのであろうか。

表 7 は我々の分析結果をもとに、生活満足度を高めやすい節電行動をランキング化したものである。「主電源を切る」、「契約アンペアの見直し」、「料金プランの見直し」、「冷蔵庫開閉時間短縮」、「こまめな消灯」、「電球調整」、「電気家計簿の記録」、「エアコン・扇風機併用」の順となった。表 7 に示すように、節電行動のパラメータの大きさを

比較すると、節電行動それぞれで生活満足度を上昇させる度合いは異なるということが言える。表 7 の結果からわかることは主電源を切る、契約アンペアの見直し、料金プランの見直しといった節電行動が相対的に他の節電行動と比べて生活満足度を増大させやすく、したがって、これらの節電行動の好循環（生活満足度を上げることでさらなる節電行動につながる）は相対的に大きいということは我々の分析から指摘することができる。すなわち、節電行動を浸透させるためには、これらの相対的に生活満足度を増大させやすい節電行動を中心に節電行動の普及を目指すことが、普及を円滑に進めるためには有効であるということが指摘できる。

もう一点考えなければならないことは、我々が分析で明らかにしたような好循環が存在するにもかかわらず、節電行動が普及していかない原因の 1 つとして節電行動が継続しないという点に加え、最初の 1 歩、すなわち、節電行動自体を一度も行ったことがない層が日本に存在する可能性を考える必要があるのではないだろうか。この意味で、節電行動を一度も行ったことがない層に節電行動を行わせるための方策を考える必要がある。我々の分析結果より、HEMS 使用者および Web サービス閲覧者は節電行動も同時に行う傾向があるという結果が得られている。したがって、HEMS を導入させるあるいは Web サービスを閲覧させることで、節電行動の最初の 1 歩、スタート地点に立つことができるのではないかと考える。以下、次節において HEMS を普及させる方策および Web サービスを閲覧させる方策を検討することで、節電行動の最初の 1 歩を日本人に導入させるための方法を検討していく。

表 5 (1) 式分析結果 (モデル 1 からモデル 5)

内生変数：生活満足度	モデル 1 こまめな消灯	モデル 2 冷蔵庫開閉時間短縮	モデル 3 エアコン・扇風機併用	モデル 4 電球調整	モデル 5 主電源を切る
年齢	-0.052***	-0.044***	-0.055***	-0.056***	-0.052***
年齢 2 乗	0.0006***	0.0005***	0.0006***	0.0006***	0.0007***
結婚ダミー	0.232***	0.329***	0.345***	0.342***	0.3200***
男性ダミー	-0.049***	-0.024**	-0.139***	-0.196***	0.1496***
年間世帯所得 (対数)	0.189***	0.165***	0.173***	0.176***	0.197***
外向性	0.112***	0.108***	0.116***	0.113***	0.114***
協調性	0.042***	0.042***	0.056***	0.051***	0.037***
勤勉性	0.0301***	0.0295***	0.051***	0.043***	0.0028
神経症傾向	-0.182***	-0.168***	-0.184***	-0.181***	-0.191***
開放性	-0.011**	-0.014***	-0.0103**	-0.0058	-0.0062
年間電気料金 (対数)	-0.024***	-0.023***	-0.017***	-0.041***	0.079***
こまめな消灯	1.587***				
冷蔵庫開閉時間短縮		1.936***			
エアコン・扇風機併用			0.208***		
電球調整				1.145***	
主電源を切る					3.061***
定数項	0.681***	1.318***	1.835***	2.163***	-0.485**
内生変数：節電行動					
年齢	-0.0007***	-0.0025***	0.00003	0.0024***	-0.0042***
男性ダミー	-0.067***	-0.062***	-0.026***	0.044***	-0.102***
結婚ダミー	0.043***	-0.021***	0.026***	-0.0091**	-0.013***
年間世帯所得	-0.0044***	-0.0023***	-0.0049***	-0.0028***	-0.0023***
大卒ダミー	0.031***	0.022***	0.0022	-0.0001	0.018***
持家ダミー	0.051***	0.039***	0.012**	0.036***	0.036***
hems	-0.0014	0.0104	0.017	0.019*	0.0007
生活満足度	0.0496***	0.069***	0.073***	0.037***	0.029***
世帯人数	0.0053***	0.0005	0.012***	0.0025**	-0.0058***
住居の広さ	0.0338E-3	0.0001***	-0.0001	0.0004***	0.0001**
人口 50 万人以上ダミー	0.001	-0.0009	0.0018	-0.001	0.0004
人口 10 万人以上 50 万人未満ダミー	0.0018	0.0023	0.011***	-0.0001	0.0027
人口 5 万人以上 10 万人未満ダミー	0.0036	0.006	-0.0061	0.0042	0.0071**
人口 5 万人未満ダミー	0.0017	0.0028	-0.046***	-0.0023	0.0062
マンションダミー	-0.0054	0.0032	-0.0093**	-0.012***	0.0047*
アパートダミー	-0.014**	-0.0056	-0.023***	-0.022***	0.0012
オール電化	0.0007	0.0102***	0.0063	-0.0102***	0.0029
太陽光発電	0.0090*	0.0094**	0.026***	0.032***	0.018***
燃料電池システム	-0.0073	-0.0019	-0.035*	-0.0201	0.005
スマート・メーター	0.0097	0.026**	0.023	0.075***	0.0032
Web サービス閲覧頻度	0.015***	0.013***	0.039***	0.0196***	0.0062***
定数項	0.5398***	0.131***	0.054**	-0.168***	0.371***
サンプル数	83489	83489	83489	83489	83489

注 1) ***は 1%水準、**は 5%水準、*は 10%水準で統計的に有意であることを意味している。表 6 から表 10 も同様である。

注 2) 内生変数を節電行動とする年間世帯所得の単位は 100 万円である。

表 6 (1) 式分析結果 (モデル 6 からモデル 9)

内生変数:生活満足度	モデル 6 節電タップの利用	モデル 7 契約アンペアの見直し	モデル 8 料金プランの見直し	モデル 9 電気家計簿の記録
年齢	-0.055***	-0.052***	-0.053***	-0.057***
年齢 2 乗	0.0006***	0.0005***	0.0006***	0.0006***
結婚ダミー	0.361***	0.388***	0.361***	0.358***
男性ダミー	-0.1399***	-0.111***	-0.155***	-0.138***
年間世帯所得 (対数)	0.173***	0.167***	0.157***	0.172***
外向性	0.118***	0.111***	0.117***	0.116***
協調性	0.053***	0.049***	0.051***	0.053***
勤勉性	0.048***	0.041***	0.043***	0.051***
神経症傾向	-0.189***	-0.176***	-0.184***	-0.184***
開放性	-0.011**	-0.012***	-0.011**	-0.011**
節電タップの利用	0.073			
年間電気料金 (対数)	-0.018**	-0.019**	-0.033***	-0.015***
契約アンペア数の見直し		2.337***		
料金プランの見直し			2.101***	
電気家計簿の記録				0.317***
定数項	1.951***	1.883***	2.264***	1.952***
内生変数:節電行動				
年齢	-0.0024***	-0.0001*	-0.0006***	0.0002***
男性ダミー	-0.075***	-0.012***	0.0017	-0.023***
結婚ダミー	0.0072*	-0.0195***	-0.011***	-0.0019
年間世帯所得	-0.0037***	-0.0013***	0.0005***	-0.0024***
大卒ダミー	-0.014***	0.0073***	0.0055***	0.0027
持家ダミー	-0.0088**	0.025***	0.015***	0.0048*
hems	0.0266E-3	0.024***	0.038***	0.066***
生活満足度	0.018***	0.031***	0.011***	0.035***
世帯人数	-0.0017	-0.0057***	0.0009*	-0.0038***
住居の広さ	-0.0001***	0.0001***	0.0001***	0.0363E-3
人口 50 万人以上ダミー	0.0074*	-0.0053**	-0.0005	-0.0081***
人口 10 万人以上 50 万人未満ダミー	0.0008	-0.0063***	-0.003**	-0.0028
人口 5 万人以上 10 万人未満ダミー	0.0083*	-0.0019	0.0006	-0.0035
人口 5 万人未満ダミー	0.004	-0.0045*	-0.0013	-0.0006
マンションダミー	-0.019***	-0.0043**	-0.0055***	-0.0011
アパートダミー	-0.012**	-0.0070**	-0.0067***	0.0068*
オール電化	-0.013***	-0.0202***	0.012***	-0.0011
太陽光発電	0.018***	0.001	0.022***	0.031***
燃料電池システム	-0.033**	0.017**	0.019***	0.0097
スマート・メーター	0.042***	0.029***	0.041***	0.045***
Web サービス閲覧頻度	0.018***	0.0076***	0.012***	0.0495***
定数項	0.302***	-0.041***	-0.021***	-0.118***
サンプル数	83490	83490	83490	83490

注 1) 内生変数を節電行動とする年間世帯所得の単位は 100 万円である。

表 7 生活満足度を高めやすい節電行動

順位	節電行動	係数
1	主電源を切る	3.061***
2	契約アンペアの見直し	2.337***
3	料金プランの見直し	2.101***
4	冷蔵庫開閉時間短縮	1.936***
5	こまめな消灯	1.587***
6	電球調整	1.145***
7	電気家計簿の記録	0.317***
8	エアコン・扇風機併用	0.208***

第 4 節 使用者特徴モデル

本節では、HEMS 使用者および Web サービス閲覧者の特徴を把握することで、HEMS および Web サービスの普及方策を考え、HEMS および Web サービスの普及によって各種節電行動の最初の 1 歩を踏み出させる方策としたい。そこで、HEMS 使用者と Web サービス閲覧頻度を被説明変数とする分析を行う。HEMS 使用者の特徴を把握するためにロジット分析を、また、Web サービス閲覧頻度の高い人の特徴を把握するために順序ロジット分析を行っている。分析モデルは(2)式の通りである。

$$\begin{aligned}
hems_i = & \alpha_3 + \omega_1 age_i + \omega_2 male\ dummy_i + \omega_3 marriage\ dummy_i + \omega_4 income_i \\
& + \omega_5 college\ dummy_i + \omega_6 own_house_i + \omega_7 household_size_i + \omega_8 site_i \\
& + \omega_9 pop_over50_i + \omega_{10} pop50_i + \omega_{11} pop10_i + \omega_{12} pop5_i + \omega_{13} mansion_i \\
& + \omega_{14} apartment_i + \varepsilon_{3i} \\
e_web_i = & \alpha_4 + \eta_1 age_i + \eta_2 male\ dummy_i + \eta_3 marriage\ dummy_i + \eta_4 income_i \\
& + \eta_5 college\ dummy_i + \eta_6 own_house_i + \eta_7 household_size_i + \eta_8 site_i \\
& + \eta_9 pop_over50_i + \eta_{10} pop50_i + \eta_{11} pop10_i + \eta_{12} pop5_i + \eta_{13} mansion_i \\
& + \eta_{14} apartment_i + \varepsilon_{4i}(2)
\end{aligned}$$

(2) 式において、 i はアンケート対象の個人、 α は定数項、 ε は誤差項を表す。データの概要は表 3 に示すとおりである。説明変数の選択については先行研究を参考にしている。

(2) 式の分析結果を表 8 に示す。HEMS 使用者は、男性、結婚、年間世帯所得、大卒、持家、住宅の広さが統計的に有意に正の影響を与え、年齢、人口 50 万人以上ダミー、人口 10 万人以上 50 万人未満ダミー、人口 5 万人以上 10 万人未満ダミー、人口 5 万人未満ダミー、マンションダミー、アパートダミーが統計的に有意に負の影響を与えることがわかった。世帯人数は統計的に有意な結果が得られなかった。分析結果より、HEMS は「年間世帯所得が高い人」ほど所有している傾向にあることが示された。Web サービス閲覧頻度は、年齢、マンションダミーが統計的に有意に正の影響を与え、世帯人数は統計的に有意な負の影響を与えることがわかった。その他の結果は、HEMS 使用者と同様であるが、「人口 50 万人以上の市（東京 23 区・政令指定都市を除く）」、「人口 10 万人以上～50 万人未満の市区町村」、「人口 5 万人以上～10 万人未満の市区町村」、「人口 5 万人未満の市区町村」において閲覧頻度が少ない傾向にあることが示された。以上より、HEMS および Web サービス閲覧を、節電行動をしていない人々に導入させていくために政策ができることを次節の政策提言で示したい。

なお、9 種類の節電行動のうち、HEMS は「電気家計簿の見直し」、「料金プランの見直し」、「契約アンペアの見直し」に対して 1%の水準で統計的に有意であり、「電球調整」に対して 10%の水準で統計的に有意であった。Web サービス閲覧は、9 種類すべての節電行動に対して 1%の水準で統計的に有意であった。HEMS 普及と Web サービスの認知度を向上させることにより、節電行動の更なる促進を図ることが我々の政策提言となる。次節で政策提言について述べていく。

表 8 (2)式分析結果

	HEMS 使用者	Web サービス閲覧頻度
年齢	-0.047***	0.0112***
男性ダミー	0.456***	0.1282***
結婚ダミー	0.564***	0.0894***
年間世帯所得	0.027***	0.1727***
大卒ダミー	0.305***	0.0129***
持家ダミー	1.736***	0.0743***
世帯人数	0.0003	-0.0593***
住居の広さ	0.0061***	0.0010***
人口 50 万人以上ダミー	-0.247**	-0.1492***
人口 10 万人以上 50 万人未満ダミー	-0.255***	-0.0989***
人口 5 万人以上 10 万人未満ダミー	-0.361***	-0.1386***
人口 5 万人未満ダミー	-0.756***	-0.5137***
マンションダミー	-0.729***	0.1345***
アパートダミー	-1.206***	-0.1025***
定数項	-4.992***	
サンプル数	83,489	83,489

注 1) 年間世帯所得の単位は 100 万円である。

政策提言

第 1 節 HEMS 普及政策

本研究の分析により、節電行動を行うと生活満足度が高まり更なる節電行動を行う好循環が存在するという結果が得られ、節電行動には持続性がある可能性が示された。また、主電源を切る、契約アンペアの見直し、料金プランの見直しといった節電行動が相対的に他の節電行動と比べて生活満足度を増大させやすく、これらの節電行動の好循環は相対的に大きいという可能性が示された。したがって、節電行動を浸透させるためには、これらの相対的に生活満足度を増大させやすい節電行動を中心に節電行動の普及を目指すことが、普及を円滑に進めるために有効であるということが指摘できる。また HEMS は、電気家計簿の記録、料金プランの見直し、契約アンペアの見直し、電球調整の 4 種類の節電行動を促進し、Web サービス閲覧は、電気家計簿の記録、エアコン・扇風機併用、電球調節、節電タップの利用、こまめな消灯、冷蔵庫開閉時間の短縮、料金プランの見直し、契約アンペアの見直し、主電源を切るという 9 種類の節電行動を促進する結果が得られた。以下の表 9 および表 10 はそれぞれ HEMS と Web サービス閲覧により促進される節電行動を示す。

表 9 HEMS により促進される節電行動

順位	節電行動	係数
1	電気家計簿の記録	0.066***
2	料金プランの見直し	0.038***
3	契約アンペアの見直し	0.024***
4	電球調整	0.019*

表 10 Web サービス閲覧により促進される節電行動

順位	節電行動	係数
1	電気家計簿の記録	0.0495***
2	エアコン・扇風機併用	0.039***
3	電球調節	0.0196***
4	節電タップの利用	0.018***
5	こまめな消灯	0.015***
6	冷蔵庫開閉時間の短縮	0.013***
7	料金プランの見直し	0.012***
8	契約アンペアの見直し	0.0076***
9	主電源を切る	0.0062***

HEMS と Web サービス利用の双方を普及させることで、より節電行動を促進させることが可能になると考えられる。また、HEMS を被説明変数とした分析結果では、HEMS 使用者は高所得世帯に多い傾向が示されたことから、価格の高さが普及の妨げになっていることが考えられる。また、Web 閲覧を被説明変数とした分析結果では、東京 23 区、政令指定都市を除く市町村において閲覧頻度が少ない傾向が示されたことから、認知度の低さが課題として考えられる。Web サービス閲覧状況を表 11 に示す。分析データにおいて、Web サービスを「登録していない」は 63.8%、「登録したが閲覧していない」は 10.1%、「登録したまに閲覧している」は 16.3%、「登録し毎月閲覧している」は 9.9%であった。したがって、Web サービスを閲覧していない人の割合は 73.9%である。以上のことから、HEMS の普及を促進するため、低所得者層の HEMS 購入を支援すること、そして Web サービスについての認知度をより高めていく必要があると考えられる。

表 11 Web サービス閲覧状況

ウェブ閲覧状況	度数	%
登録していない	53,913	63.75
登録したが閲覧していない	8,502	10.05
登録したまに閲覧している	13,753	16.26
登録し毎月閲覧している	8,399	9.93
合計	84,567	100

Web サービスの認知度については広報活動を活発化させること⁸が重要と考えられるが、HEMS の普及については、国による政策的な支援が重要と考えられる。そこで、以下では HEMS の普及政策に注目したい。

HEMS 普及政策において低所得者層への HEMS 購入支援以外に考慮する必要があるのは、HEMS の機能である。HEMS には様々な機能が備わっており、これらは値段により機能が異なる。我々が生活満足度を高めやすい節電行動を分析した結果、契約アンペアの見直し・料金プランの見直し・電気家計簿の記録・電球調整といった節電行動が、生活満足度を高める効果が大きく、これらの節電行動促進に結びつくと考えられる機能を持つ HEMS を普及させることで、HEMS の節電促進効果が増すのではないかと考えた。そこで我々は、自動制御機能が備わっている HEMS の購入に対して補助金を支給する政策を提言する。補助金の支給対象は総世帯の 2 割(約 1128 万世帯)とする。2 割の世帯数にした理由は、2 割まで普及が進めば社会モデルが確立⁹し、将来の収益を期待した競争投資が始まる(民間投資)ことにより HEMS の価格が低下し HEMS が全世帯に普及すると考えられるためである。つまり、2 割まで普及すれば市場が完成するということである。

2 割の世帯に普及させるための補助金額は、現在環境省が実施している環境アクションに基づいて、節電行動による¹⁰CO₂削減量を金銭価値評価し計算した。計算式は(3)及び(4)式の通りである。

$$\text{補助金額} = \text{節電による CO}_2\text{削減量} \times 1 \text{ トン当たりの CO}_2\text{価格} \times \text{全世帯数} \quad (3)$$

$$\text{補助金対象世帯の 1 世帯当たりの金額} = \text{補助金額} \div \text{補助金対象世帯数} \{ \text{全世帯数} \times (0.2 - \text{現在の HEMS 普及割合}) \} \quad (4)$$

⁸ 基本統計量より、年間電気料金の平均は 119,229.2 円である。本分析により、HEMS 使用による節約効果は年間 4,208.8 円、Web サービス閲覧による節約効果は年間 1,335.4 円であることが示された。詳細を APPENDIX に示す。
Web サービス閲覧による経済的効果が示されたことから、節約効果と電力消費量削減効果の両方について広報活動を行うことが効果的である。

⁹ 出所：次世代エネルギーマネジメントビジネスモデル実証事業について(経済産業省)

¹⁰CO₂削減量を金銭価値評価した理由は、金銭価値評価に国土交通省の数値(温暖化による被害想定額を基に計算された値)を用いており、温暖化が進行すれば被っていた可能性のある被害を軽減させることができるため。

CO₂削減量(t)は、分析から導き出した HEMS によって行う節電行動を年間行った場合の CO₂削減量を、環境省の節電アクションと経済産業省の家庭の省エネ百科から引用した数値である。詳細は本稿の付録にて後述する。1 トン当たりの CO₂価格(円)は、国土交通省が提示している数値である。これは、CO₂排出が原因となった温暖化による事業評価の価値であり、被害額を指す。全世帯数(世帯)は、総務省が提示している数値である。現在 HEMS を所持している世帯数は、経済産業省による次世代エネルギーマネジメントビジネスモデル事業について(2015)に掲載されている数値である。

計算の結果、補助金額は 4411 億円となり、補助金対象世帯の 1 世帯当たりの金額は年間 39,000 円となった。また、HEMS の耐用年数はおよそ 10 年間¹¹であることを考慮した場合、39,000(円)×10(年)=39 万円の補助金を使うことができる。問題点として、補助金を一概に全員を対象とする場合、HEMS を購入することに難色を示さない高所得者も対象となり、補助金を単にバラまきしていることを否めない政策となってしまうことが挙げられる。そこで、本政策は年間世帯所得で区切る補助金政策とする。

我々のアンケート結果における年間世帯所得別の HEMS 所有率を表 12 に示す。表 12 より、年間世帯所得が「2000 万円以上」、「1500 万円以上 2000 万円未満」、「1000 万円以上 1500 万円未満」、「700 万円以上 1000 万円未満」、「500 万円以上 700 万円未満」の所有率は 1%を超えていることが明らかとなった。一方で、年間世帯所得が「300 万円以上 500 万円未満」以下の保有率は 1%未満であることが明らかとなった。全サンプルの世帯所得の中央値未満に該当するのが 500 万円未満の世帯であることも加味し、本政策では年間世帯所得が 500 万円未満の世帯を対象とする補助金政策を提言することとしたい。

¹¹ パナソニック(株)、東芝ライテック(株)、シャープ(株)を対象に電話による聞き取り調査をした結果、HEMS の耐久年数は家電の耐久年数と同様のおよそ 10 年間である。

表 12 年間世帯所得別 HEMS 所有率

年間世帯所得	サンプル数	平均
全サンプル	84,567	0.0111746
0 円	1,078	0.0009276
10 万円未満	327	0.0061162
10 万円以上 100 万円未満	1,952	0.0030738
100 万円以上 300 万円未満	13,111	0.0049577
300 万円以上 500 万円未満	18,897	0.0076203
500 万円以上 700 万円未満	16,055	0.0125195
700 万円以上 1000 万円未満	15,433	0.0137368
1000 万円以上 1500 万円未満	12,414	0.0176414
1500 万円以上 2000 万円未満	2,878	0.0166782
2000 万円以上	2,422	0.0194055

補助金のかけ方に関しては、実際に行われている各地方自治体の例を参考にして HEMS 価格の半額または上限 15 万円とする。上限を 15 万円とする理由は、高品質の HEMS を普及させ、より多くの節電行動を浸透させるためである。我々の補助金政策は、自動制御機能付きの高品質 HEMS を補助金の支給対象としている。そこで、高品質 HEMS の価格を考慮し、その価格の半額程度を補助することとする。各自治体が行った補助金政策の例を表 13 に示す。

表 13 自治体が行った補助金政策の例

場所	補助金対象の条件	補助金額	予算(件数)	補助金交付期間
兵庫環境創造協会 (公益財団法人)	平成 29 年 3 月 31 日までに対象機器の設置が完了する者が対象	補助対象経費の 2 分の 1 とし上限を 10 万円	—	平成 28 年 4 月 1 日から平成 29 年 2 月 28 日まで
埼玉県久喜市 (環境経済部環境課)	申請者が所有し、自ら居住する市内の住宅の屋根等にシステムを設置する者、市内に自ら居住するための住宅を新築し、当該住宅にシステムを設置する者、市内に存するシステムが設置された建売住宅を自ら居住するために購入する者が対象	上限 2 万円	受付期間内に申請のあった額が予算額を上回った場合は、期間終了後に、申請者全員を対象に公開 抽選を行い、補助対象者を決定	平成 27 年 4 月 13 日から平成 27 年 12 月 25 日まで
千葉県勝浦市 (生活環境課生活環境係)	市内に住所を有する個人、または、補助対象設備の設置完了時までに住民登録ができる個人、自ら居住または居住を予定している市内の住宅に補助対象設備を設置する個人が対象	上限 1 万円	受付期間内でも補助金の予算枠に達した時点で終了	平成 27 年 4 月 1 日から平成 28 年 1 月 29 日まで
東京都豊島区 (清掃環境部環境政策課環境事業グループ)	豊島区内において、ご自身が居住または居住予定(完了報告時には住民票が移っていること)の住宅に、新たに対象機器を設置する個人が対象	2 万円(一律)	予算の範囲を超えた場合は受付を終了	平成 27 年 4 月 1 日から平成 28 年 2 月 1 日
愛知県岡崎市 (環境総務課地球温暖化対策班)	自ら居住し、かつ、所有する市内の住宅に対象システムを設置しようとする個人、自ら居住するため、市内に建てる新築に合わせて対象システムを設置しようとする個人、自ら居住するため、対象システムの認定を受けた市内のシステム付き住宅を購入しようとする個人が対象	1 台の対象経費の 25%相当額、上限 2 万円	予算の範囲内で、来庁による申請書提出の先着順に受付	平成 27 年 4 月 1 日から平成 28 年 3 月 31 日まで

出所：兵庫環境創造協会、埼玉県久喜市、千葉県勝浦市、東京都豊島区、愛知県岡崎市

HP より筆者作成

これらの補助金政策は先着順となっており、現在実施中の兵庫環境創造協会による政策を除いて、交付申請期間内よりも短い期間で申請額の合計が予算額を超え正式な受付が終了となっている。このことから、HEMS 補助金に対する市民の需要の大きさがわかる。

我々が試算した補助金の金額は 1 世帯当たり 39 万円であるため、HEMS 購入時に支給する上限金額を除いても 24 万円を他の政策に使うことができる。そこで、我々は更に HEMS を普及させるための政策として、HEMS 対応家電ポイント制度を提言する。

第2節 HEMS 対応家電ポイント政策

HEMS 対応家電ポイント制度とは、HEMS を購入するとポイントが付与され、そのポイントは HEMS 対応家電を対象に使うことができるというプロセスである。

家電には HEMS に対応するものがあり、これらの家電と HEMS の双方を家庭に設置することで節電の効果が発揮できるのである。すなわち、双方の設置により、家電毎に電力量が見える化できること、家電を遠隔操作によって調整できること、家電を自動制御できることなど数多くのメリットがある。また、本政策をすることで HEMS 対応家電への需要が高まり企業努力が成されることで、低コストで高品質な HEMS 対応家電が普及することが期待される。

したがって、まずは HEMS を普及させることが重要であるが、HEMS 対応家電に注目することも持続可能な節電には必要であると考ええる。これらの政策は既に各地方自治体で成されているものもあるが、これを国として全体的に行うということが本政策の独自性である。国として全体的に行う理由としては、過去に各地方自治体で行われた HEMS 補助金に対する需要が高く、申請額が予算額を上回り打ち切り状態になるという事実があるため、国を挙げて大規模な政策にするべきと考えたからである。需要の高い補助金制度を国で行うことで、2030 年までに全世帯に HEMS を普及する目標を、本政策で解決されることを期待する。

APPENDIX

第 1 節 節電行動による二酸化炭素削減量

節電行動による二酸化炭素削減量を表 14 と表 15 に示す。

表 14 節電行動と二酸化炭素削減量 I

節電行動	CO ₂ 削減量(kg)
冷房 1 日 1 時間、使用時間を減らした場合	7.8
暖房 1 日 1 時間、使用時間を減らした場合	16.8
白熱点灯時間を 1 時間減らした場合	8.1
蛍光灯時間を 1 時間減らした場合	1.8
ブラウン管 1 日 1 時間、テレビを見る時間を減らした場合	13.2
液晶 1 日 1 時間、テレビを見る時間を減らした場合	6.2
パソコン（デスクトップ）1 日 1 時間、使用時間を減らした場合	13
パソコン（ノート型）1 日 1 時間、使用時間を減らした場合	2.3
冷蔵庫と冷凍室のドアの開閉回数を半分にする場合	16.2

出所:「みんなで節電アクション! (環境省)」より筆者作成

表 15 節電行動と二酸化炭素削減量Ⅱ

節電行動	CO ₂ 削減量(kg)
ガスファンヒーターにおいて外気温度 6℃の時、暖房の設定温度を 21℃から 20℃にした場合（使用時間：9 時間／日）	18.6
石油ファンヒーターにおいて外気温度 6℃の時、暖房の設定温度を 21℃から 20℃にした場合（使用時間：9 時間／日）	25.4
必要な時だけつける 1 日 1 時間運転を短縮した場合ガスファンヒーターの場合	30.7
必要な時だけつける 1 日 1 時間運転を短縮した場合石油ファンヒーター	41.5
電気カーペット 3 畳用で、設定温度を「強」から「中」にした場合	90.6
電気カーペット 室温 20℃の時、設定温度が「中」の状態で 1 日 5 時間使用した場合、3 畳用のカーペットと 2 畳用のカーペットとの比較した場合	43.8
電気こたつ 1 日 5 時間使用で、設定温度を「強」から「中」に下げた場合	23.8
電気こたつ こたつ布団だけの場合と、こたつ布団に上掛けと敷布団を併用した場合の比較	15.8
プラズマテレビ 1 日 1 時間テレビ（42V 型）を見る時間を減らした場合	30.8
プラズマテレビ テレビ（42V 型）の画面の輝度を最適（最大→中央）に調節した場合	74
冷蔵庫 周囲温度 22℃で、設定温度を「強」から「中」にした場合	30.1
電気ポット長時間使用しないときはプラグを抜いた場合	52.3
54W の白熱電球から 9W の電球形 LED ランプに交換した場合	43.8
54W の白熱電球から 12W の電球形蛍光灯ランプに交換した場合	40.9
主電源を切る場合	18.2
エアコン・扇風機併用	70.6

出所：「家庭の省エネ百科(経済産業省)」より筆者作成

第2節 電気料金モデル

HEMS 使用と Web サービス閲覧による、電気料金の節約効果を把握するために最小二乗法による分析を行った。分析モデルは(5)式の通りである。

$$\begin{aligned} electricity\ charges_i = & \alpha_5 + \varphi_1 age_i + \varphi_2 male\ dummy_i + \varphi_3 marriage\ dummy_i + \varphi_4 income_i \\ & + \varphi_5 college\ dummy_i + \varphi_6 own_house_i + \varphi_7 hems_i + \varphi_8 household_size_i \\ & + \varphi_9 site_i + \varphi_{10} pop_over50_i + \varphi_{11} pop50_i + \varphi_{12} pop10_i + \varphi_{13} pop5_i \\ & + \varphi_{14} mansion_i + \varphi_{15} apartment_i + \varphi_{16} all_e_i + \varphi_{17} solar_p_i + \varphi_{18} enefarm_i \\ & + \varphi_{19} smart_meter_i + \varphi_{20} e_web_i + \varphi_{21} home_dum_i + \varepsilon_{5i} \end{aligned} \quad (5)$$

(5)式において、 i はアンケート対象の個人、 α は定数項、 ε は誤差項を表す。分析に用いた変数は(1)式に使用したものと同様である。データの概要は表 3 に示すとおりである。 $home_dum$ は在宅状況を表し、平日の自宅の在宅状況について「日中は不在がち」を 0、「日中誰かは、ほぼ在宅している」を 1 とするダミー変数である。

(5)式の分析結果を表 16 に示す。年齢、男性、結婚、年間世帯所得、持家、世帯人数、住宅の広さ、オール電化、スマート・メーター、在宅状況は統計的に有意に正の影響を与えることがわかった。大卒、HEMS、人口 50 万人以上ダミー、人口 10 万人以上 50 万人未満ダミー、人口 5 万人以上 10 万人未満ダミー、マンションダミー、アパートダミー、太陽光パネル、燃料電池システム、Web サービス閲覧頻度は統計的に有意に負の影響を与えることがわかった。人口 5 万人未満ダミーは統計的に有意な結果は得られなかった。

表 16 (5)式分析結果

	年間電気料金
年齢	0.0066***
男性ダミー	0.049***
結婚ダミー	0.054***
年間世帯所得	0.0104***
大卒ダミー	-0.034***
持家ダミー	0.1097***
hems	-0.035**
世帯人数	0.124***
住居の広さ	0.0017***
人口50万人以上ダミー	-0.036***
人口10万人以上50万人未満ダミー	-0.022***
人口5万人以上10万人未満ダミー	-0.023***
人口5万人未満ダミー	-0.0029
マンションダミー	-0.112***
アパートダミー	-0.217***
オール電化	0.272***
太陽光パネル	-0.288***
燃料電池システム	-0.274***
スマート・メーター	0.0299*
Webサービス閲覧頻度	-0.011***
在宅状況	0.089***
定数項	10.539***
サンプル数	83489
R ² 乗	0.3977

注 1) ***は 1%水準、**は 5%水準、*は 10%水準で統計的に有意であることを意味している。

注 2) 年間世帯所得の単位は 100 万円である。

(5)式の分析結果より、HEMS 使用と Web サービスの閲覧には、電気料金節約効果があることが示された。表 4 の基本統計量より、年間電気料金の平均は 119229.2 円である。したがって、HEMS 使用による節約効果は年間 4208.8 円 ($119229.2 \times 0.0353 = 4208.8$)、Web サービス閲覧による節約効果は年間 1335.4 円 ($119229.2 \times 0.0112 = 1335.4$) である。本分析により、HEMS 使用と Web サービス閲覧による経済的效果が示された。

先行研究・参考文献・データ出典

主要参考文献

- Ohler, A., and S. Billger (2014) “Does environmental concern change the tragedy of the commons? Factors affecting energy saving behaviors and electricity usage,” *Ecological Economics*, 107, pp. 1-12.
- Boyce C. J., and A. M. Wood (2011) “Personality Prior to Disability Determines Adaptation: Agreeable Individuals Recover Lost Life Satisfaction Faster and More Completely,” *Psychological Science*, 22(11), pp.1397-1402.
- Brounen Dirk, Nils Kok, John M.Quigley(2012) “Residential energy use and conservation:Economics and demographics,” *European Economic Review*.
- Boyce, Christopher., and A.M. Wood (2011) “Personality Prior to Disability Determines Adaptation: Agreeable Individuals Recover Lost Life Satisfaction Faster and More Completely,” *Psychological Science*, 22(11), pp.1397-1402.
- Gokdemir,O (2015) “Consumption, savings and life satisfaction: the Turkish case,” *Int Rev Econ*, 62, 183-196 pp.9-12.
- Hori S., K, Kondo., D, Nogata., and HanBen (2013) “The determinants of household energy-saving behavior: Survey and comparison in five major Asian cities,” *Energy Policy*, 52, pp. 354-362.
- Kaida,N., and K,Kaida. “Pro-environmental behavior correlates with present and future subjective well-being,” *Environ Dev Sustain*, 18,pp.111-127.
- Mizobuchi, K., and K, Takeuchi. (2013) “The influences of financial andnon-financial factorsonenergy-saving behaviour: A field experimentinJapan,” *Energy Policy*, 63, pp. 775-787.
- Tiefenbach Tim, Florian Kohlbacher (2014) “Happiness in Japan in Times of Upheaval: Empirical Evidence from the National Survey on Lifestyle Preferences,” *J Happiness Stud*, 16, pp. 333-366.
- Yue Ting,Ruyin Long, Hong Chen(2013) “Factors influencing energy-saving behavior of urbanhouseholds in Jiangsu Province,” *Energy Policy*, 62, pp. 665-675.

- ・ Wang Zhaohua, Bin Zhang, Jianhua Yin, Yixiang Zhang (2011) “Determinants and policy implications for household electricity-saving behaviour: Evidence from Beijing, China,” *Energy Policy*, 39, pp. 3550-3557.
- ・ 倉増啓, 鶴見哲也, 馬奈木俊介, (2011) 『生物多様性保全に関する環境意識の決定要因』環境科学会誌
- ・ 倉増啓, 鶴見哲也, 馬奈木俊介 (2012) 『国内でのサーベイデータを用いた幸福度と環境保護への支払意思に関する計量分析』環境共生
- ・ 鶴見哲也(2012) 『主観的幸福度と環境意識—生物多様性保全に対する支払意志額を用いて—』南山経済研究

データ出典

- ・ JCCCA 全国地球温暖化防止活動推進センター「日本の温室効果ガス排出量」(http://www.jccca.org/global_warming/knowledge/kno04.html)
- ・ JCCCA 全国地球温暖化防止活動促進センター「日本の部門別二酸化炭素排出量の推移(1990-2014 年度)」(http://www.jccca.org/chart/chart04_05.html)
- ・ 気象庁「日本の年平均気温」(http://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/temp/an_jpn.html)
- ・ 気象庁「日本の平均気温の偏差の算出方法」(http://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/temp/clc_jpn.html)
- ・ 環境省「気候変動に関する政府間パネル(IPCC)第 5 次評価報告書(AR5)について」(<http://www.env.go.jp/earth/ipcc/5th/>)
- ・ エネルギー白書(2016)「第 2 部 第一章 国内エネルギー動向」(http://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/2016pdf/whitepaper2016pdf_2_1.pdf)
- ・ 内閣府「消費動向調査(二人以上の世帯) 家庭用エネルギー消費機器の保有状況」(<http://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/2016html/data/212-2-4.xls>)
- ・ 国家戦略室「平成 24 年グリーン大綱(骨子)」(<http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/npu/policy09/pdf/20121127/shiryo4-1.pdf>)
- ・ 環境省 「みんなで節電アクション！」(<http://funtoshare.env.go.jp/setsuden/>)

- ・一般社団法人環境共創イニシアチブ 「平成 23 年度エネルギー管理システム導入促進事業費補助金」

(<https://sii.or.jp/hems/>)

- ・環境省「日本の約束草案（2020 年以降の新たな温室効果ガス排出削減目標）」

(<http://www.env.go.jp/earth/ondanka/ghg/2020.html>)

- ・国土交通省「建築物省エネ法のページ」

(http://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/jutakukentiku_house_tk4_000103.html)

- ・環境省「2014 年度（平成 26 年度）温室効果ガス排出量確定値」

(<http://www.env.go.jp/press/files/jp/102572.pdf>)

- ・環境省「環境省における職員の家庭部門省エネ率先実行について」

(<http://www.env.go.jp/press/102832.html>)

- ・環境省「HEMS サービスの調査結果の中間報告について」

(https://www.env.go.jp/earth/house/conf/hems_02/mat02_1.pdf)

- ・環境省「HEMS 利用の付加価値向上に資する仕組みの構築のための調査について」

(https://www.env.go.jp/earth/house/conf/hems_01/mat03-1.pdf)

- ・経済産業省「平成 25 年 11 月 次世代エネルギーマネジメントビジネスモデル実証事業について」 ([http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/gyoukaku/h25_fall/pdf/keisan\(shigen\).pdf](http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/gyoukaku/h25_fall/pdf/keisan(shigen).pdf))

- ・資源エネルギー庁「第二節 部門別エネルギー消費の動向」

(<http://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/2016html/2-1-2.html>)

- ・東京電力パワーグリッド株式会社「スマートメータープロジェクト」

(<http://www.tepco.co.jp/pg/technology/smartmeterpj.html>)

- ・関西電力「スマート・メーターについて」

(<http://www.kepc.co.jp/corporate/smartmeter/>)

- ・中部電力「スマート・メーターの設置スケジュール」

(<http://www.chuden.co.jp/home/smartmeter/intro/schedule/index.html>)

- ・Panasonic「スマート HEMS おまかせコントロール」

(<http://www2.panasonic.biz/es/densetsu/aiseg/merit/m-control.html>)

- ・資源エネルギー庁「運輸部門の省エネルギー対策について」

(http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/shoene shinene/sho ene/pdf/006_01_00.pdf)

- ・環境省「業務その他部門における現在までの排出量及び関連データについて」

(https://www.env.go.jp/council/06earth/y060-13/mat_03_2.pdf)

- ・経済産業省「次世代エネルギーマネジメントビジネスモデル実証事業について」

([http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/gyoukaku/h25_fall/pdf/keisan\(shigen\).pdf](http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/gyoukaku/h25_fall/pdf/keisan(shigen).pdf))

- ・国土交通省「CO₂の貨幣価値原単位について」

(http://www.mlit.go.jp/tec/hyouka/public/pdf_kentoukai03/03.pdf)

- ・兵庫環境創造協会「HEMS 機器設置補助金」(<http://www.eco-hyogo.jp/global-warming/hems/>)

- ・久喜市環境課「久喜市住宅用エネルギーシステム設置費補助金」

(https://www.city.kuki.lg.jp/kurashi/kankyo_animal/hojokin/h28jyuutaku.html)

- ・勝浦市生活環境課「住宅用省エネルギーシステム設備等設置補助金」

(https://www.city.katsuura.lg.jp/forms/info/info.aspx?info_id=31445)

- ・豊島区環境政策課「エコ住宅普及補助費用助成金」

(<http://www.city.toshima.lg.jp/149/machizukuri/shizen/ecojutaku/003402.html>)

- ・岡崎市環境総務課「住宅用地球温暖化対策設備設置費補助金」

(<http://www.city.okazaki.lg.jp/1550/1564/1621/p019886.html>)

- ・経済産業省資源エネルギー庁「家庭の省エネ百科」

(http://www.enecho.meti.go.jp/about/pamphlet/pdf/katei_hyakka.pdf)

パナソニック「HEMS 商品ラインアップ」

(<http://www2.panasonic.biz/es/densetsu/aiseg/lineup/index.html>)

パナソニック「スマート HEMS でできること」

(<http://www2.panasonic.biz/es/densetsu/aiseg/merit/index.html>)

パナソニック「おまかせコントロール」

(<http://www2.panasonic.biz/es/densetsu/aiseg/merit/m-control.html>)

NTT 東日本「フレッツ・ミエルネ料金」(<https://flets.com/eco/miruene/fee.html>)

NTT 東日本「フレッツ・ミエルネサービス内容」(<https://flets.com/eco/miruene/>)

東芝ライテック「商品データベース HEM-GW16A」

(<http://saturn.tlt.co.jp/pdocs/s/HEMGW16A>)

東芝ライテック「フェミニティ倶楽部料金・サービス」

(<http://feminity.toshiba.co.jp/feminity/about/price-service.html>)

東芝ライテック「フェミニティ倶楽部」

(http://feminity.toshiba.co.jp/feminity/about/index_j.html)

東芝ライテック「エネルギー計測ユニット S」

(http://feminity.toshiba.co.jp/feminity/service/measure-unit_s.html#_ga=1.192928559.401664645.1476087773)

シャープ「JH-RTP2 特長」

(http://www.sharp.co.jp/e_solution/mieruka/products/rtp2_feature.html)

アクセスは全て 2016 年 11 月 11 日